



AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E FÍSICO-QUÍMICA DE GRÃOS DE CAFÉ TORRADOS PRODUZIDOS EM GARANHUNS-PE

EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y FÍSICOQUÍMICA DEL CAFÉ TOSTADO EN GRANO PRODUCIDO EN GARANHUNS-PE

EVALUATION OF THE CHEMICAL AND PHYSICOCHEMICAL COMPOSITION OF ROASTED COFFEE BEANS PRODUCED IN GARANHUNS-PE

Apresentação: Comunicação Oral

Tainá Silvestre da Rocha¹; Elisandra Rabelo da Silva²; Wanessa Braz da Silva³; Wallysson Wagner Vilela dos Santos⁴; Suzana Pedroza da Silva⁵

RESUMO

O café consiste em uma das principais *commodities* comercializadas mundialmente, desempenhando um grande papel na economia brasileira. Apresenta propriedades físico-químicas específicas que, quando aliadas a condições ideais de cultivo, clima e solo, contribuem para a produção de produtos com alta qualidade. Diante disso, este estudo teve como objetivo determinar a composição química e físico-química de grãos de café arábica produzidos em Garanhuns-PE. Para a realização da pesquisa foram efetuadas a coleta de amostras grãos de café da espécie *Coffea arabica*, adquiridos de produtores locais, em seguida, a etapa de secagem e a torrefação, seguindo protocolos padronizados para todas as amostras. Foram realizadas análises químicas e físico-químicas, incluindo a determinação de umidade, atividade de água, pH, acidez total titulável, sólidos solúveis totais, condutividade elétrica, açúcares redutores e teor de cafeína. Os resultados obtidos indicaram diferenças significativas em todos os parâmetros avaliados, evidenciando que, embora os grãos tenham sido cultivados no mesmo município, as etapas do processo produtivo exercem influência direta na composição final do café. Dessa forma, a pesquisa reforça a importância de práticas agrícolas e de processamento bem definidas, que podem impactar positivamente a qualidade do produto final. Estudos como este contribuem para valorizar a produção local, oferecendo subsídios para que os produtores aprimorem suas técnicas e atendam às exigências do mercado consumidor por cafés de maior qualidade.

Palavras-Chave: *Coffea arabica*; Pernambuco; Processo de torrefação; Qualidade físico-química do café.

RESUMEN

El café es una de las principales materias primas comercializadas a nivel mundial y desempeña un papel importante en la economía brasileña. Presenta propiedades físico-químicas específicas que, al combinarse

¹Engenharia de Alimentos - UFPE, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, taina.darocho@ufape.edu.br

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

³Pós-graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos - PPGCTA/UFRPE, Universidade Federal Rural de Pernambuco, wanessa.braz09@gmail.com.

⁴Pós-graduação em Ciências Ambientais - PPCIAM/UFPE, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, wallysson70@gmail.com.

⁵Dra em Engenharia Química UFPE, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, suzana.pedroza@ufape.edu.br.

con condiciones ideales de cultivo, clima y suelo, contribuyen a la producción de productos de alta calidad. En este contexto, el objetivo de este estudio fue determinar la composición química y físico-química de granos de café arábica producidos en Garanhuns, Pernambuco. Para ello, se recolectaron muestras de granos de *Coffea arabica* adquiridos a productores locales, seguidas por las etapas de secado y tostado, todas realizadas según protocolos estandarizados para todas las muestras. Se llevaron a cabo análisis químicos y físico-químicos, incluyendo la determinación de humedad, actividad de agua, pH, acidez titulable total, sólidos solubles totales, conductividad eléctrica, azúcares reductores y contenido de cafeína. Los resultados indicaron diferencias significativas en todos los parámetros evaluados, lo que evidencia que, aunque los granos fueron cultivados en el mismo municipio, las etapas del proceso productivo influyen directamente en la composición final del café. De este modo, la investigación refuerza la importancia de prácticas agrícolas y de procesamiento bien definidas, que pueden impactar positivamente en la calidad del producto final. Estudios como este contribuyen a valorizar la producción local, ofreciendo soporte para que los productores mejoren sus técnicas y atiendan las demandas del mercado consumidor por cafés de mayor calidad.

Palabras Clave: *Coffea arabica*; Pernambuco; Proceso de tostado; Calidad fisicoquímica del café.

ABSTRACT

Coffee is one of the main commodities traded worldwide, playing a major role in the Brazilian economy. It presents specific physicochemical properties which, when combined with ideal cultivation, climate, and soil conditions, contribute to the production of high-quality products. In this context, the objective of this study was to determine the chemical and physicochemical composition of Arabica coffee beans produced in Garanhuns, Pernambuco. For this purpose, samples of *Coffea arabica* beans were collected from local producers, followed by the drying and roasting steps, all conducted according to standardized protocols for all samples. Chemical and physicochemical analyses were carried out, including the determination of moisture content, water activity, pH, total titratable acidity, total soluble solids, electrical conductivity, reducing sugars, and caffeine content. The results showed significant differences in all evaluated parameters, indicating that although the beans were cultivated in the same municipality, the stages of the production process directly influence the final composition of the coffee. Therefore, the study reinforces the importance of well-defined agricultural and processing practices, which can positively impact the final product quality. Studies like this contribute to the valorization of local production, providing support for producers to improve their techniques and meet the demands of coffee consumers for higher-quality products.

Keywords: *Coffea arabica*; Pernambuco; Roasting process; Physicochemical quality of coffee.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador de café do mundo desde o século XIX. Segundo o Ministério das Relações Exteriores (MRE, 2019), o setor cafeeiro emprega aproximadamente oito milhões de pessoas, sendo 72% da produção oriunda da agricultura familiar e de pequenos proprietários. No entanto, a relação do país com a produção de cafés especiais é relativamente recente.

A atuação do Estado no Sistema Agroindustrial do Café consolidou a imagem do Brasil como um exportador de grandes volumes de café, enquanto países concorrentes, como Colômbia, Guatemala, Costa Rica e Quênia, se destacaram pela qualidade superior de seus grãos, obtendo maior valorização no mercado internacional. Em 1990, com a extinção do Instituto Brasileiro do Café (IBC) por meio do Decreto nº 99.240, o setor passou por uma liberalização econômica, sujeitando-se às leis de mercado (Votta; Vian; Pitelli, 2006). Esse processo resultou em mudanças estruturais, levando à diversificação da produção nacional, que passou a incluir cafés certificados de

origem e *blends* de maior qualidade, fomentando tanto o consumo interno quanto a exportação de café torrado e moído.

Historicamente, Pernambuco foi um importante estado produtor de café (Ukers, 1935). Entretanto, na década de 1960, a queima de milhares de sacas do grão, adotada como medida para conter desequilíbrios econômicos, alterou drasticamente esse cenário. Municípios como Garanhuns-PE receberam incentivos financeiros do Governo Federal para substituir a cafeicultura por outras atividades econômicas, como a pecuária. Apesar de ter sido uma das principais regiões produtoras de café no estado, Garanhuns sofreu os impactos dessas mudanças, o que resultou em transformações nas condições ambientais locais - combinação entre clima, solo e manejo adotado pelos produtores (Oliveira *et al.*, 2022).

O município de Garanhuns busca recuperar sua relevância na produção de café, com foco na obtenção de grãos do tipo arábica voltados para a produção de cafés especiais. Carvalho *et al.* (2022) destacam que o café arábica se caracteriza por um corpo suave, alta acidez e perfil aromático complexo, atributos que favorecem sua classificação como café especial.

Diante disso, torna-se evidente a importância de estudos voltados à determinação do perfil composicional de cafés em uma determinada região a fim de que seja possível identificar possíveis aspectos inerentes às suas particularidades, principalmente quando pouco se tem na literatura registros que possam nortear os produtores e consumidores acerca das características de café. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a composição química e físico-química de grãos torrados de café arábica produzidos em Garanhuns-PE, Agreste do estado de Pernambuco.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O café é uma bebida consumida globalmente, tanto por seus efeitos estimulantes (Glade, 2010), quanto pelos benefícios saudáveis e atraentes que oferece (Vignol *et al.*, 2014), além de suas características sensoriais únicas (Simmer, 2024). A planta do café, pertencente ao gênero *Coffea*, é nativa da Etiópia e tem sido cultivada historicamente em regiões de altitudes elevadas e com condições climáticas ideais para o desenvolvimento completo dos grãos (Bertrand *et al.*, 2006). As espécies *Coffea arabica* e *Coffea canephora* são as mais relevantes economicamente (Agnoletti *et al.*, 2019; Oliveira *et al.*, 2022), sendo que o tipo arábica representa de 70% a 80% da produção mundial comercializada (Easto & Willhoff, 2017).

No mercado global, essas duas espécies possuem características sensoriais bastante distintas. O café arábica (*Coffea arabica*) apresenta corpo suave, elevada acidez e um conjunto mais aromático. O conilon (*Coffea canephora*) tem corpo mais encorpado, maior intensidade de amargor, menor acidez e é menos aromático (Wintgens, 2004). Essas qualidades são diretamente influenciadas por fatores como a origem genética e as condições ambientais, que determinam a composição química dos grãos e impactam na qualidade sensorial da bebida, especialmente após o processo de torra (Scholz *et al.*, 2011). Durante a torra, os grãos expandem-se sem romper suas paredes celulares, formando poros na estrutura interna. Esse processo visa principalmente desenvolver o aroma e o sabor do café (Baggenstoss *et al.*, 2008).

No Brasil, a cafeicultura ocorre predominantemente em áreas tropicais, localizadas em latitudes superiores a 4° (Chemura *et al.*, 2021). O ciclo fenológico do café segue um padrão sazonal: florescimento na primavera, frutificação no verão, maturação no outono e colheita no inverno. As condições climáticas e geográficas brasileiras, como as temperaturas ideais entre 18 °C e 21 °C, favorecem especialmente a produção de café arábica, garantindo alta produtividade e qualidade dos grãos (Santos, 2023).

A cafeicultura brasileira é considerada uma das mais modernas do mundo, fruto de intensas pesquisas desenvolvidas por diversas instituições científicas (Mendes *et al.*, 2023). Ao longo da história do cultivo do café no Brasil, três grandes ondas marcaram o desenvolvimento do setor, nas décadas de 1930, 1960 e 1980. Na primeira, grandes indústrias alimentícias dominavam o mercado. Na segunda, os consumidores passaram a exigir produtos de maior qualidade, o que estimulou a oferta de cafés diferenciados. Por fim, a busca por excelência deu origem ao chamado café especial, caracterizado por grãos de qualidade superior e perfis sensoriais distintos.

Para se alcançar esse nível de qualidade, todos os estágios de produção são determinantes — desde o *terroir* de origem até o consumidor final —, pois fatores ligados à geografia e à cultura de cultivo de cada região influenciam diretamente a bebida final (Haack *et al.*, 2023). A variedade do grão de café também é um importante fator para a definição da qualidade final da bebida, pois a depender da região produtora, variedades não plenamente adaptadas às características geográficas do local, podem acarretar prejuízo à capacidade produtiva do cafezal (Pino *et al.*, 2019).

O processamento em que o café é submetido pós colheita (manual ou mecânica) também pode influenciar nas características composicionais dos grãos, propiciando a diferenciação do produto final. A etapa de beneficiamento pode ser realizada de duas formas, a secagem natural consiste na prática mais comumente empregada, no qual os frutos do café são submetidos a secagem direta (terreiro, terreiro suspenso ou secadores mecânicos) (Sanz-Uribe *et al.*, 2017).

Como resultado final, as bebidas apresentarão atributos sensoriais, como corpo e doçura, mais acentuados. Por outro lado, no processo via úmida, o café pode ser seco sem a presença da polpa e mucilagem (cereja descascado) ou ainda, com a combinação dos dois métodos (via seca e úmida),

no qual a mucilagem é removida parcialmente (cereja despulpado), o que favorece o processo de fermentação durante a secagem, resultando em bebidas com maior acidez perceptível (Febrianto; Zhu, 2023).

As mudanças nas preferências dos consumidores vêm remodelando o mercado do café, impulsionando o segmento dos cafés diferenciados e influenciando a formação dos preços do café no mercado global, onde o valor associado ao produto é um importante diferenciador competitivo. Além disso, em busca por cafés diferenciados, para atender essa demanda, os produtores demonstram interesses em práticas pós colheita que desenvolvam atributos únicos (Ferreira *et al.*, 2023).

Assim, a aplicação da fermentação vem demonstrando resultados interessantes em relação às características finais do produto, proporcionando cafés com qualidade superior e atributos sensoriais diferenciados. A fermentação é um processo biológico no qual diversos grupos de microrganismos degradam carboidratos e outros compostos orgânicos presentes no mesocarpo mucilaginoso do fruto. Os grãos de café absorvem esses compostos produzidos durante a fermentação, que se transformam em precursores de sabor, contribuindo para o desenvolvimento de um novo perfil sensorial (Martinez *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2024).

A secagem compreende umas das etapas mais críticas na cadeia produtiva, no qual o teor de umidade final dos grãos deve compreender a faixa de 10 a 12%. Segundo Oliveira *et al.* (2021), grãos excessivamente secos tornam-se quebradiços, gerando defeitos conhecidos como "quebrados". Enquanto os que não secaram adequadamente são mais suscetíveis à deterioração por fungos e bactérias.

Após o processo de secagem, os grãos de café crus seguem para a torra, responsável por uma série de reações químicas, que serão importantes para a obtenção do produto final. A etapa é iniciada com reações endotérmicas, com a eliminação de água presente no grão e reações exotérmicas, como hidrólises, enolização, ciclizações, clivagens, pirólise e reações de polimerização. Devido ao aumento da pressão dos grãos, o café sofre expansão volumétrica e superficial, além disso, observa-se a formação de gases (CO e CO₂) e mudanças em relação a coloração e formação de aromas decorrentes das reações de Maillard e caramelização (Poisson *et al.*, 2017).

Com a finalização das etapas, os grãos de cafés passam pelo processo de classificação, seja utilizado a metodologia descrita pela Classificação Oficial Brasileira (COB) quando se trata de café

commodity tipo Tradicional, Extraforte, Superior e Gourmet, no qual é realizado através da separação e contagem dos grãos defeituosos (pretos, verdes, ardidos, brocados e outros) e impurezas (cascas, pedras, paus, torrões e outros), e posteriormente, torra e degustação do café que poderá ser classificado como: estritamente mole, mole, apenas mole, duro, riado, rio, riozona, ou ainda, ou como descreve o protocolo da *Specialty Coffee Association of America* (SCAA), para classificação de cafés especiais, sendo definidos como cafés com pontuações acima de 80, refletindo superioridade em termos de qualidade e parâmetros sensoriais (SENAR, 2017).

METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como sendo do tipo experimental de natureza quantitativa. As amostras de café foram doadas por produtores de café provenientes do município de Garanhuns situado no Agreste Meridional (8° 53' 27" S 36° 29' 48" W) de Pernambuco, Brasil. O município está situado no planalto da Borborema, a 842 metros acima do nível do mar, e no ponto mais elevado a altitude é de 1030 metros segundo a Prefeitura de Garanhuns (2024), com vegetação mapeada como floresta estacional semidecidual e áreas de tensão ecológica, e com relação ao bioma, é caracterizado por caatinga e mata atlântica (Costa *et al.*, 2014).

As amostras de café foram codificadas como A, B, C e D, com informações referentes à altitude (m), cultivar, beneficiamento, tipo de irrigação, tipo de manejo utilizado (orgânico ou convencional) e sombreamento, como mostra a Tabela 01.

Tabela 01 - Codificação das amostras de café.

ATRIBUTO	A	B	C	D
Altitude (m)	806	840	931	931
Cultivar	Catuá vermelho	Mundo Novo	<i>Typica</i>	<i>Typica</i>
Beneficiamento	Natural	Natural	Natural	Fermentado
Tipo de Irrigação	Gotejamento	Gotejamento	Sem irrigação	Sem irrigação
Manejo	Convencional	Orgânico	Orgânico	Orgânico
Sombreamento	Sol pleno	Sombreado	Sol pleno	Sol pleno

Fonte: Acervo próprio (2024).

Posteriormente, foi realizado o processo de torrefação do café em torrador (Strattro 1 kg Carmomaq, São Paulo), utilizando a condição indicada por Santos *et al.* (2020) (temperatura inicial de 150°C e máxima de 190°C, por 12 minutos). As análises físico-químicas foram realizadas em triplicata com os grãos torrados previamente moídos em moedor com lâminas cônicas (*Timemore C2 Chestnut*) e padronizadas em peneira de 0,5 mm, (32 *mesh*).

Com relação às análises químicas e físico-químicas foram utilizadas as metodologias descritas pelo Instituto Adolf Lutz (2008): umidade (%) por meio da metodologia de secagem direta em estufa a 105 °C até peso constante; atividade de água (*aw*) a partir de leitura direta em um analisador de atividade de água (Pre Water Activity Analyzer, Aqualab, Pullman, Estados Unidos); pH através de leitura direta (medidor de pH digital- Marconi/PA-200, Piracicaba, Brasil), acidez total titulável (mL de NaOH / 100 g de café); sólidos solúveis totais quantificado em refratômetro digital (Megabrix/Redi-P101, São Paulo, Brasil) e expresso em porcentagem (%); condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) em leitura direta em medidor de condutividade (Avla Científica/AC-200, Uberaba, Brasil); e teor de lipídios (%) utilizando um extrator tipo *Soxhlet* e hexano como solvente.

A determinação dos açúcares redutores (AR) foi conduzida através do método DNSA (ácido 3,5-dinitrossalicílico) descrito por Miller (1959). As leituras de absorvância foram realizadas em um espectrofotômetro UV-VIS (Bel/Wuv-M51, São Paulo, Brasil) a 540 nm, com os valores expressos em mg/mL da amostra, com base em uma curva de calibração conduzida com concentrações de glicose variando de 0,1 a 1,0 g/L.

O teor de cafeína presente nos grãos de café foi quantificado por meio da técnica descrita por Sousa *et al.* (2019) por espectrofotometria no infravermelho médio com transformada de *Fourier* (FTIR) com auxiliar Reflectância Total Atenuada (ATR). Foi utilizado o espectrofotômetro (Shimadzu IR Prestige 21, Kyoto, Japão) na região do infravermelho com transformada de *Fourier* na região (intervalo) de 500 a 4000 cm^{-1} , no *software* IRSolution, em 64 *scans*. Os espectros foram submetidos ao *software* Origin Pro 8 para a realização da correção da linha de base por meio do método de Savitzky-Golay, a fim de identificar as bandas/picos de interesse no espectro obtido.

Com relação ao tratamento estatístico dos dados, foi utilizado um delineamento estatístico inteiramente casualizado. As análises dos cafés torrados ($n=4$) foram realizadas em triplicata. Os dados das análises químicas e físico-químicas foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) unifatorial, e as pressuposições da ANOVA foram verificadas utilizando os testes de Shapiro-Wilk, Bartlett e Durbin-Watson, para verificar a normalidade, homocedasticidade e independência dos erros, ao nível de 5% de probabilidade. As médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey com 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas relacionadas ao tratamento dos dados foram realizadas utilizando o *software* R versão 4.4.1 e o Rstudio versão 2024.04.2+764.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos referentes à caracterização físico-química dos grãos de café torrados podem ser observados na Tabela 02. O valor de pH para o grão torrado foi de 4,85 a 5,03, sendo a amostra C responsável pelo menor valor ($4,85 \pm 0,00$) e as amostras A e D ($5,03 \pm 0,01$ e $5,03 \pm 0,00$, respectivamente) os maiores valores (Tabela 2). Estes valores encontrados para os cafés torrados, indicam um perfil ligeiramente ácido, que conseqüentemente favorece a estabilidade química do produto. De modo geral, o pH pode ser considerado um parâmetro útil para avaliar possíveis mudanças nos frutos do café nas etapas de pós-colheita, sendo influenciado por condições climáticas, estágio de maturação de colheita dos frutos, qualidade dos grãos e tipos de torra adotado, atuando no retardo reações de degradação (Ferreira *et al.*, 2023).

Tabela 02 – Parâmetros físico-químicos dos grãos torrados produzidos no município de Garanhuns.

	pH	SST	AR	UMI	LIP	CAF	CE	Aw	ATT
A	5,03± 0,01 ^a	2,70± 0,00 ^d	5,15± 0,00 ^b	2,46± 0,16 ^a	10,91± 0,72 ^b	2,16± 0,00 ^b	3,33± 0,00 ^b	0,32± 0,00 ^a	0,43± 0,05 ^b
B	4,92± 0,01 ^b	3,00± 0,00 ^a	5,51± 0,02 ^a	2,47± 0,16 ^a	12,63± 0,86 ^{ab}	2,15± 0,00 ^b	3,28± 0,01 ^c	0,31± 0,00 ^b	0,56± 0,05 ^a
C	4,85± 00,00 ^c	2,80± 0,00 ^c	5,26± 0,07 ^b	2,62± 0,22 ^a	12,63± 0,02 ^a	2,34± 0,00 ^a	3,19± 0,00 ^d	0,30± 0,00 ^c	0,60± 0,00 ^a
D	5,03± 00,00 ^a	2,90± 0,00 ^b	5,26± 0,00 ^b	2,67± 0,24 ^a	14,31± 0,56 ^a	2,31± 0,00 ^a	3,47± 0,00 ^a	0,32± 0,00 ^a	0,40± 0,00 ^b
CV	0,16	3,55	0,76	9,19	8,63	2,25	0,52	0,52	8,16

As médias seguidas por letra minúscula na mesma coluna representam diferença significativa entre as condições avaliadas ($p < 0,05$). A- Catuaí vermelho (natural); B- Mundo novo (natural); C- *Typica* (natural) e D- *Typica* (fermentado). SST – Sólidos Solúveis Totais (%); AR – Açúcares Redutores (mg/ mL); UMI – Umidade (%); LIP – Lipídeos (%); CAF – Cafeína (mg/g); CE – Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$); Aw – Atividade de Água; ATT – Acidez Total Titulável (mL de NaOH/ 100 g de café); CV (%) - Coeficiente de Variação.

O conteúdo de sólidos solúveis totais (SST) apresentou diferença significativa entre todas as amostras, variando entre 2,70 e 3,00 %, sendo as amostras B e A responsáveis pelos maiores e menores valores, respectivamente (Tabela 2). Altos valores de SST no café podem ser associados ao desenvolvimento adequado dos grãos, e este parâmetro é fundamental para a complexidade sensorial da bebida, uma vez que é correlacionado com o “corpo” da bebida (textura) como aponta Córdoba *et al.* (2020).

Com relação aos açúcares redutores presentes nas amostras de grãos torrados, observou-se uma variação de 5,15 mg/mL a 5,51 mg/mL, e apenas a amostra B diferiu das demais e também foi responsável pelo maior valor (Tabela 02). Esses dados indicam um aumento significativo dos

açúcares redutores após a torra, o que pode ser explicado por degradação térmica parcial de polissacarídeos e reações químicas intermediárias. Os resultados deste estudo estão alinhados com aqueles relatados por Franca *et al.* (2019), que observaram um aumento inicial nos açúcares redutores durante a torra, seguido de uma diminuição progressiva à medida que a temperatura se eleva e a reação de Maillard avança. Essa reação não enzimática ocorre entre açúcares redutores e aminoácidos, formando compostos intermediários que contribuem para a coloração escura e o perfil sensorial característico do café torrado. Durante o aquecimento, os polissacarídeos presentes no café também podem sofrer hidrólise parcial, liberando monossacarídeos que aumentam temporariamente a quantidade de AR no início da torra (Oliveira *et al.*, 2020). Esse comportamento é esperado, pois, embora os açúcares redutores aumentem devido à quebra de compostos maiores, eles também são consumidos na formação de melanoidinas, compostos responsáveis pela coloração marrom do café torrado e pelo seu sabor característico (Franca *et al.*, 2019).

O teor de umidade para os grãos torrados apresentou valores entre 2,46% a 2,67%, sem diferença significativa entre as amostras (Tabela 02). Para o café torrado e moído, a legislação brasileira determina como limite máximo permitido, o valor de 5,0% de umidade (BRASIL, 2022), indicando, dessa forma, que os teores de umidade das quatro amostras de café analisadas estão dentro dos padrões determinados pela legislação.

Os lipídios possuem um efeito benéfico na qualidade da bebida do café, pois, durante a torrefação, concentram-se nas áreas externas, formando no grão uma camada protetora contra eventuais perdas ocasionadas pelo processo térmico (Pimenta, 2003). O teor de lipídios variou de 10,91 a 14,31 %, e a amostra D apresentou maior valor (Tabela 2), sendo notável o efeito das práticas agrícolas empregadas pelo produtor, tendo em vista que esta amostra foi submetida ao processo de fermentação (Tabela 1). Ferreira *et al.* (2023), ao avaliarem diferentes marcas de café torrado e moído classificados como tradicional e extraforte, encontraram valores para este parâmetro entre 11,90 e 14,50 %, associando esse comportamento à perda de água e de outras substâncias voláteis presentes no grão ao processo de torrefação.

As amostras apresentaram variação de 2,15 a 2,34 mg/g de cafeína, sendo as amostras B e C responsáveis pelo menor e maior valor respectivamente (Tabela 2). Os teores de cafeína presentes nos cafés podem variar de acordo com a espécie (*arabica* ou *canephora*), cultivar e condições ambientais (Cheng *et al.*, 2016). A cafeína é um dos compostos bioativos presentes no café mais estudados, e que quando consumida moderadamente, aumenta a disponibilidade de energia, o estado

de alerta e a concentração. Possui estabilidade térmica, podendo ocorrer apenas um pequeno aumento após a torra devido à perda de outros componentes (Oliveira *et al.* 2021).

A análise de condutividade elétrica é de extrema importância para avaliação das bebidas de café, uma vez que este parâmetro está diretamente ligado com a qualidade dos grãos, sendo associada à integridade dos grãos e presença de rupturas nas membranas, como aponta Ribeiro *et al.* (2023). Os valores encontrados no presente estudo são relativamente baixos, variando entre 3,19 a 3,47 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sendo a amostra C a de menor valor e D a de maior.

As amostras de café apresentaram valores para atividade de água na faixa entre 0,30 a 0,32, no qual a amostra C apresentou menor valor, enquanto A e D ambas apresentaram o maior valor (Tabela 2). Silva (2016) destaca que o processo de torra reduz a umidade e a A_w do café devido à evaporação da água ligada. Essa redução contribui para maior estabilidade do café torrado, retardando reações enzimáticas e microbiológicas, o que é desejável para prolongar sua vida útil. Por fim, a acidez total titulável (ATT) que quantifica os ácidos orgânicos presentes na amostra variou entre 0,40 e 0,60 mL de NaOH/100 g de café (Tabela 2). Os valores encontrados neste estudo são compatíveis com os relatados por Ribeiro *et al.* (2019), que encontraram ATT entre 0,20 e 0,60 mL de NaOH/100 g para cafés torrados. Essa variação pode estar relacionada a diferenças na composição química dos grãos, no processamento pós-colheita e no grau de torra aplicado. Adicionalmente, diversos ácidos podem ser encontrados no café, estes podem ser classificados em dois grupos, ácidos clorogênico e orgânicos, sendo estes responsáveis pela acidez perceptível no momento da degustação das bebidas, atributo sensorial relacionado com a qualidade do café (Yeager *et al.*, 2021).

CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo mostraram diferenças significativas entre os parâmetros avaliados, com exceção da umidade, sugerindo que fatores associados a origem dos grãos, práticas de manejo, tipo de processamento exercem um papel importante na composição química do café. O parâmetro umidade se encontra dentro do limite estabelecido pela legislação, indicando que o processo de torra ocorreu de forma adequada para todas as amostras. Comparando os grãos de café torrados em relação ao beneficiamento, foi observado que a amostra D apresentou variações significativas em relação ao conteúdo de lípidios, pH, acidez e sólidos solúveis totais, indicando que a fermentação ocasionou em mudanças na composição do café e conseqüentemente, na qualidade dessa *commodity*.

Apesar de serem produzidas no mesmo município, as práticas adotadas na cadeia produtiva até a obtenção do produto final influenciam diretamente na composição do café e conseqüentemente, acarretarão em diferentes níveis de qualidade da bebida final. Diante disso, é fundamental aprofundar os estudos sobre como esses fatores afetam diferentes cultivares e métodos de

processamento. Compreender melhor essas relações pode contribuir significativamente para aprimorar a qualidade do café produzido na região, atendendo tanto às exigências do mercado quanto às expectativas dos consumidores.

REFERÊNCIAS

- APAC – Agência Pernambucana de Águas e Clima. Climatologia. 2024. Disponível em: <https://www.apac.pe.gov.br/193-climatologia/521-climatologia-por-municipio>. Acesso em: 01 set. 2024.
- BRASIL. Decreto nº 99.240, de 7 de maio de 1990. Extingue o Instituto Brasileiro do Café – IBC e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/D99240.htm. Acesso em: 05 jan. 2025.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 8, de 11 de junho de 2003. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para a Classificação do Café Beneficiado Grão Cru. Brasília, DF, 2003. 12 p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 377, de 26 de abril de 1999. Estabelece normas para fixar a identidade e as características mínimas de qualidade do café torrado em grão e café torrado e moído. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 29 abr. 1999, Seção 1, n. 80-E.
- BERTRAND, B.; ETIENNE, H.; CILAS, C.; CHARRIER, A.; BARADAT, P. Coffea arabica hybrid performance for yield, fertility and bean weight. **Euphytica**, v. 150, n. 3, p. 271-281, 2006.
- BERTRAND, B.; VAAST, P.; ALPIZAR, E.; ETIENNE, H.; DAVRIEUX, F.; CHARMETANT, P. Comparison of bean biochemical composition and beverage quality of Arabica hybrids involving Sudanese-Ethiopian origins with traditional varieties at various elevations in Central America. **Tree Physiology**, v. 26, n. 9, p. 1239-1248, 2006.
- BORÉM, F. M.; RIBEIRO, D. M.; PEREIRA, R. G. F. A.; D; DA ROSA, S. D. V. F.; DE MORAIS, A. R. Qualidade do café submetido a diferentes temperaturas, fluxos de ar e períodos de pré-secagem. **Coffee Science**, v. 1, n. 1, p. 55-63, 2006.
- CÓRDOBA, N.; FERNANDEZ-ALDUENDA, M.; MORENO, F. L.; RUIZ, Y. Coffee extraction: A review of parameters and their influence on the physicochemical characteristics and flavour of coffee brews. **Trends in Food Science & Technology**, V. 96, p. 45-60, 2020.
- COSTA, S. O. S.; FRANÇA, E. M. S.; LIMA, C. E. S.; LIMA, D. R. M.; GOMES, D. D. M. Mapeamento da vegetação e fitogeografia do município de Garanhuns-PE. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 18, n. 4, p. 1109-1115, 2014. CHENG, B.; FURTADO, A.; SMYTH, H. E.; HENRY, R. J. Influence of genotype and environment on coffee quality. **Trends in Food Science & Techonology**, v. 57, p. 20-30, 2016. EASTO, J.; WILLHOFF, A. *Craft Coffee: A Manual: Brewing a Better Cup at Home*. Surrey Books, 2017.

ROCHA T. S. et al.

ELIAS, A. M. T.; SILVA, M. E. dos S.; MORAES NETO, V. F. de; SANTOS, W. W. V. .; OLIVEIRA, R. L. de .; PORTO, T. S. .; SILVA, S. P. da . Utilization of factorial design evaluation of impact of roasting process in the physical-chemical profile of coffee blends. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 11, p. e174111133245, 2022.

FARAH, A.; MONTEIRO, M. C.; CALADO, V.; FRANÇA, A. S.; TRUGO, L. C. Correlation between cup quality and chemical attributes of Brazilian coffee. **Food Chemistry**, v. 98, n. 2, p. 373-380, 2006.

FASSIO, L. O. MALTA, M. R.; LISKA, G. R.; ALVARENGA, S. T.; DE SOUZA, M. M. M.; FARIAS, T. R. T.; PEREIRA, R. G. F. A. Sensory profile and chemical composition of specialty coffees from Matas de Minas Gerais, Brazil. **Journal of Agricultural Science**, v. 9, n. 9, p. 78, 2017.

FEBRIANTO, N. A.; ZHU, F. Coffee bean processing: Emerging methods and their effects on chemical biological and sensory properties. **Food Chemistry**, v. 412, 135489, 2023.

FERREIRA, A. C. C.; MONTANUCI, F. D. Influência da temperatura e método de secagem do café (*Coffea arabica*) nas características físico-químicas e sensoriais da bebida. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 14, n. 2, p. 3228-3249, 2020.

FERREIRA DOS SANTOS, S. G.; ALMEIDA, V. G.; CABRAL CRUZ, D. R.; RODOVALHO, R. S. Propriedades termodinâmicas da adsorção de água de grãos de *Coffea arabica* L. **Científica**, Dracena, SP, v. 48, n. 4, p. 302–310, 2020.

FERREIRA, L. J. C.; GOMES, M. S.; OLIVEIRA, L. M.; SANTOS, L. D. Coffee fermentation process: A review. **Food Research International**, v. 169, 112793, 2023.

GLADE, M. J. Caffeine—not just a stimulant. **Nutrition**, v. 26, n. 10, p. 932-938, 2010.

GUIMARÃES, Gabriel Castanheira. Espectroscopia no infravermelho próximo para classificação de sementes de café quanto à qualidade, origem e cultivar. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras – Lavras: UFLA, 75 p.: il., 2016. Acesso em: <http://hdl.handle.net/123456789/9102> . Acesso em: 14 jan. 2025

HAACK, D. M. P.; GONÇALVES, L. B.; FERREIRA, K. R. M.; AZEREDO, M. F. Cenário do café no território brasileiro: a influência dos elementos da Geografia Regional sobre os cafés especiais. **Ciência Geográfica**, v. 27, n. 3, p. 1936–1951, . 2023.

LIBÓRIO, P. Physicochemical characterization of roasted and grounded coffee cultivated in Pernambuco, Brazil. In: Simpósio Latino-Americano de Ciência de Alimentos, 14., 2021, Campinas. Anais [...]. Galoá, 2021. Disponível em: <https://proceedings.science/slaca/slaca-2021/trabalhos/physicochemical-characterizationof-roasted-and-grounded-coffee-cultivated-in-pe?lang=pt-br>. Acesso em: 15 jan. 2025.

LOOMIS, E. L.; SMITH, O. E. The effect of artificial aging on the concentrations of Ca, Mg, Mn, K, and Cl in imbibing cabbage seed. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 105, n. 5, p. 647-650, 1980.

MANZOCCO, L.; LAGAZIO, C. Coffee brew shelf-life modelling by integration of acceptability and quality data. **Food Quality and Preference**, v. 20, n. 1, p. 24-29, 2009.

MARTINEZ, S.J.; RABELO, M. H. S.; BRESSANI, A. P. P.; DA MOTA, M. C. B.; BORÉM, F. M.; ScCHWAN, R. F. Novel stainless steel tanks enhances coffee fermentation quality. **Food Research International**, v. 139, 109921, 2021.

Mendes, G. A.; de Oliveira, M. A. L.; Rodarte, M. P.; dos Anjos, V. C.; Bell, M. J. V.; Origin geographical classification of green coffee beans (*Coffea arabica* L.) produced in different regions of the Minas Gerais state by FT-MIR and chemometric. **Current Research Nutrition and Food Science**, 5, 298-305, 2022.

MENDONÇA, L. M. V. L.; PEREIRA, R. G. F. A.; MENDES, A. N. G. Parâmetros bromatológicos de grãos crus e torrados de cultivares de café (*Coffea arabica* L.). **Food Science and Technology**, v. 25, p. 239-243, 2005.

MILLER, G. L. Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar. **Journal of Analytical Chemistry**, v. 31, p. 426 – 428, 1959.

MÜLLER, A. J.; HUEBNER, L.; SOUZA, C. F. V. Avaliação da qualidade físico-química de diferentes marcas de café torrado solúvel e em pó comercializadas na região do Vale do Taquari/RS. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 7, n. 1, p. 1004-1012, 2013.

OLIVEIRA, A. S.de; FILHO, A. M.; JÚNIOR, G. F. T.; BERNARDES, L. C.; SPAGNOL, M. S.; ALVES, P. A. C. A.; CARNEIRO, R. F.; DE MORAIS, M. A. F. A Mantiqueira de Minas e seus múltiplos *terroir*: a produção do azeite, do café, do queijo e do vinho. **ANALECTA- Centro Universitário Academia**, v. 7, n. 2, 2021.

PEREIRA, R. T. G. Diversidade de fungos associados a frutos e grãos de café. 2006. 151 p. **Tese** (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

PINO, M. E. M.; CRUZ, S. M. O.; ESPINOZA, S. T. L.; SILVA, R. C.; TORRES, O A. G.; GURBILLÓN, M. A. B.; QUINTANA, J. L. M. Características morfológicas de variedades de café cultivadas en condiciones de sombra. **Acta Agronómica**, v. 68, n. 4, p. 271-277, 2019.

POISSON, L; BLANK, I; DUNKEL, A; HOFMANN, T. The Roast – Creating the Beans' Signature. *In*: FOLMER, B. *The Craft and Science of Coffee*. Academic Press. 2017. p. 273-309.

PREFEITURA DE GARANHUNS. Sobre Garanhuns. 2024. Disponível em: <https://garanhuns.pe.gov.br/sobre-garanhuns/>. Acesso em: 22 mai. de 2025.

RIBEIRO, F.C.; BORÉM, F.M.; FIGUEIREDO, L.P.; GIOMO, G.S.; MALTA, M.R. Armazenamento de café especial em acondicionamentos com atmosfera artificial. **Revista Delos**, v.16, p.3488-3511, 2023.

SANTOS, J. V. R. S. Avaliação vegetativa de variedades de café (*Coffea arábica*). 2023. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia,

2023. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/29235>. Acesso em: 07 mar. 2025.

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

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

SILVA, L. C. F., PEREIRA, P. V. R., CRUZ, M. A. D. D.; COSTA, G. X. R.; ROCHA, R. A. R.; BERTARINI, P. L. L.; AMARAL, L. R. D.; GOMES, M. S.; Santos, L. D. Enhancing Sensory Quality of Coffee: The Impact of Fermentation Techniques on Coffea arabica cv. Catiguá MG2. **Foods**, v. 13, n. 5, 653, 2024.

SILVA, L. F. Café: preparo, secagem e armazenamento. Brasília, DF: Embrapa, 2016. Disponível em: [https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1040768/1/Cafe-na-AmazoniaLUIS SILVA.pdf](https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1040768/1/Cafe-na-AmazoniaLUIS%20SILVA.pdf). Acesso em: 31 mar. 2025.

SIMMER, Marinalva Maria Bratz. Identificação da mudança no perfil químico do Coffea arabica L. em diferentes períodos de colheita. 2024. 96 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas, Vitória, 2024.

SOUSA, E. R.; FROTA, C. S.; COSTA, C. H. C.; SILVA, G.; SAMPAIO, D. G. Avaliação da oxidação e de parâmetros de qualidade do óleo de babaçu por espectrofotometria no infravermelho médio com transformada de Fourier (FTIR) e calibração multivariada. **Revista Virtual de Química**, v. 11, n. 03, 2019.

TANG, V. C. Y.; SUN, J.; CORNUZ, M.; YU, B.; LASSABLIERE, B. Effect of solid-state fungal fermentation on the non-volatiles content and volatiles composition of Coffea canephora (Robusta) coffee beans. **Food Chemistry**, v. 337, p. 128023, 2021.

VIGNOLI, J. A.; VIEGAS, M. C.; BASSOLI, D. G.; BESSANI, M. T. Roasting process affects differently the bioactive compounds and the antioxidant activity of arabica and robusta coffees. **Food Research International**, v. 61, p. 279-285, 2014.

VOLSI, B.; TELLES, T. S.; CALDARELLI, C. E.; DA CAMARA, M. R. G. The dynamics of coffee production in Brazil. **PLOS ONE**, v. 14, n. 7, e0219742, 2019.

VOTTA, L. C.; VIAN, C. E. F.; PITELLI, M. G. O. O mercado de café e a competitividade brasileira. *In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL – SOBER*, 44., 2006, Fortaleza. Anais [...]. Fortaleza: SOBER, 2006.

WINTGENS, J. N. Coffee: growing, processing, sustainable environment. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 40, n. 6, p. 683-687, 2004. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2621.2005.00988.x>. Acesso em: 13 dez. 2024.

YEAGER, S. E; BATALI, M. E; GUINARD, J-X; RISTENPART, W. D. Acids in coffee: A review of sensory measurements and metaanalysis of chemical composition. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, p. 1-27, 2021.

