

Análises físico-químicas de cafés torrados e moídos: investigando a influência dos graus de moagem

Physico-chemical analyzes of roasted and ground coffees: investigating the influence of grinding grades

DOI:10.34115/basrv7n2-008

Recebimento dos originais: 09/05/2023

Aceitação para publicação: 13/06/2023

Eduardo de Almeida Silva Filho

Graduando em Engenharia de Alimentos, Bolsista do Programa de Bolsa de Iniciação Científica da Universidade Estadual de Feira de Santana (PROBIC - UEFS)

Instituição: Universidade Estadual de Feira de Santana

Endereço: Av. Transnordestina, s/n, Feira de Santana, Novo Horizonte - BA,

CEP: 44036-900

E-mail: eduardo.almeida9819@gmail.com

Luiz Severo da Silva Junior

Doutor em Ciência dos Alimentos

Instituição: Departamento de Tecnologia - Universidade Estadual de Feira de Santana

Endereço: Av. Transnordestina, s/n, Feira de Santana, Novo Horizonte - BA,

CEP: 44036-900

E-mail: severo@uefs.br

RESUMO

Este estudo teve como objetivo investigar a influência da granulometria na qualidade físico-química de cafés (*Coffea arabica* L.) torrados e moídos. Foram realizadas as análises de acidez, pH, atividade de água, umidade, cinzas e resíduos secos para avaliar a composição e características dos cafés. Para validar os métodos de análise utilizados, foram aplicados os parâmetros de robustez e repetibilidade. Os resultados comprovaram a eficiência e validade dos métodos, fortalecendo a confiabilidade dos dados obtidos. A análise comparativa dos diferentes graus de granulometria revelou que há variações nos valores das análises devido à superfície de contato, que varia de acordo com o grau de moagem. A granulometria fina apresentou valores distintos dos obtidos na granulometria média e grossa. Essas descobertas indicam que a granulometria exerce um papel fundamental na determinação das propriedades físico-químicas dos cafés. A variação granulométrica influenciou diretamente na acidez, pH, atividade de água, umidade, cinzas e resíduos secos, fornecendo diferentes características químicas.

Palavras-chave: café, granulometria, moagem, qualidade, físico-química, validação de métodos, superfície de contato.

ABSTRACT

This study aimed to investigate the influence of granulometry on the physicochemical quality of roasted and ground coffee (*Coffea arabica* L.). Analyzes of acidity, pH, water activity, humidity, ash and dry residues were carried out to evaluate the composition and characteristics of the coffees. To validate the analysis methods used, robustness and repeatability parameters were applied. The results confirmed the efficiency and validity

of the methods, strengthening the reliability of the obtained data. The comparative analysis of the different degrees of granulometry revealed that there are variations in the analysis values due to the contact surface, which varies according to the grinding degree. The fine granulometry presented different values from those obtained in the medium and coarse granulometry. These findings indicate that granulometry plays a fundamental role in determining the physicochemical properties of coffees. The granulometric variation directly influenced the acidity, pH, water activity, humidity, ash and dry residues, providing different chemical characteristics.

Keywords: coffee, granulometry, milling, quality, physical chemistry, method validation, contact surface.

1 INTRODUÇÃO

O café é amplamente consumido no Brasil e em todo o mundo, devido ao seu aroma e sabor característicos. Existem duas principais espécies de grãos de café (*Coffea arabica* L. e *Coffea canéfora*), conhecidos como café arábica e robusta ou conilon, respectivamente. Essas espécies diferem em valor de mercado, qualidade e demanda. Além disso, suas composições químicas e o comportamento dos componentes durante o processo de torrefação também apresentam diferenças (CONTI *et al.*, 2013; RIBEIRO *et al.*, 2014; SCHOLZ *et al.*, 2011).

Nesse contexto, a qualidade e a composição físico-química do café são aspectos prioritários durante os processos de produção. A matéria-prima utilizada e o processamento pós-colheita, incluindo etapas como secagem, armazenamento, torrefação e moagem, desempenham um papel fundamental na determinação da qualidade do produto final. É importante ressaltar que o sabor e o aroma distintos do café são resultados das complexas reações químicas que ocorrem durante a torrefação.

Apesar do Brasil ser um dos principais produtores de café, a cafeicultura nacional enfrenta desafios que afetam a qualidade do produto. Portanto, há uma demanda crescente por métodos de pesquisa inovadores e avanços na área, com o objetivo de melhorar a qualidade do café produzido no país.

Segundo MORAES & TRUGO (2001) há poucos estudos a respeito da influência da granulometria do café no rendimento e na qualidade da bebida. Com base nisso, a escassez de material científico a respeito da influência das granulometrias média, fina e grossa em relação dos aspectos físico-químicos torna viável a produção de artigos, pesquisas e material acadêmico diante do assunto.

Durante as análises, foram aplicados parâmetros de validação com a finalidade de evidenciar a eficiência dos métodos e comprovar que a análise estava sendo realizada com credibilidade. Os parâmetros aplicados nas análises foram repetibilidade e robustez.

A Repetibilidade é caracterizada quando o método é avaliado com condições fixas e em pequenos intervalos de tempo, também pode ser caracterizada como precisão intermediária, que é quando se promove alguma alteração interna no laboratório. (VALDERRAMA *et al*, 2009)

O parâmetro de robustez analisa e define as possibilidades do método não ser alterado por mudanças em alguns parâmetros. Tal medida promove a confiabilidade na estabilidade e segurança do método aplicado em atividades laboratoriais. (MAROTO *et al*, 1999).

O propósito desse trabalho foi fornecer embasamento científico a respeito da influência das diferentes granulometrias do café em relação a aspectos físico-químicos do grão, com a finalidade de entender e comprovar a relação da variação granulométrica com os valores de acidez, pH, atividade de água, minerais presentes, umidade e sólidos totais.

2 MATERIAIS E MÉTODO

2.1 RECEPÇÃO E ARMAZENAMENTO DAS AMOSTRAS

As amostras recebidas no laboratório foram avaliadas em relação aos aspectos de inviolabilidade e adequabilidade do recipiente de contenção, identificação, conservação e quantidade encaminhada. As amostras que apresentaram os requisitos de recepção, foram cadastradas e receberam um código, o qual foi associado às seguintes informações:

1. Origem
2. Data de recepção
3. Estado de conservação
4. Quantidade
5. Tipo de amostra (especificação)

2.1.1 Quarteamento

De forma prévia às análises foram submetidas ao quarteamento, que consiste em dividir uma quantidade de amostras na bancada e separá-las em quatro partes iguais, onde foi retirado uma quantidade considerável de amostras de cada quadrante, tendo como finalidade a obtenção de uma amostra representativa.

2.1.2 Moagem e peneiramento

O café em grão foi moído em um moedor portátil Hamilton Beach, modelo 80393, nas granulometrias fina (28 *mesh*), média (20 *mesh*) e grossa (14 *mesh*), com a intenção de padronizar os graus de moagens.

2.1.3 Infusão

Durante o processo de infusão, 3 g da amostra foram pesadas e adicionadas a um papel de filtro com 30 mL de água destilada que foi aquecida para diluição à uma temperatura de 90°C. Antes da realização da infusão, foi adicionado água fervente no papel de filtro para diminuição do teor de celulose.

As amostras de cafés em forma de bebida, foram submetidas às análises físico-químicas de pH, atividade de água, cinzas, umidade, acidez titulável e resíduo seco. Todas essas análises foram realizadas por metodologia oficial (Instituto Adolfo Lutz, 2008), e validadas pelos parâmetros da repetibilidade, reprodutibilidade, e robustez

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para validação dos métodos de análises, realizou-se a aplicação dos parâmetros de validação de robustez e repetibilidade para o café moído nas granulometrias dos ensaios, fina, média e grossa. Os quadros 1 e 2 apresenta os resultados das análises físico-química para a granulometria média, utilizando o parâmetro de repetibilidade e robustez, respectivamente.

Quadro 01: Resultados obtidos das análises de grãos de café para granulometria média (mesh = 20) com aplicação do parâmetro de repetibilidade.

Atividade de água	0,493	0,496	0,488	0,494	0,496	0,496	0,475	0,497	0,485
pH	4,59	4,60	4,60	4,59	4,60	4,59	4,59	4,60	4,59
Acidez	2,38%(v/v)	2,30%(v/v)	2,40%(v/v)	2,35%(v/v)	2,38%(v/v)	2,30%(v/v)	2,30%(v/v)	2,35%(v/v)	2,35%(v/v)
Umidade	5,31%(m/m)	5,35%(m/m)	5,50%(m/m)	5,41%(m/m)	5,43%(m/m)	5,30%(m/m)	5,46%(m/m)	5,60%(m/m)	5,50%(m/m)
Cinzas	4,78%	4,25%	4,25%	4,59%	4,20%	4,40%	4,10%	4,55%	4,30%
Resíduos secos	2,19%	3,12%	2,55%	2,34%	2,65%	2,22%	3,02%	2,17%	2,41%

Quadro 02: Resultados obtidos das análises de grãos de granulometria média (mesh = 20) com aplicação do parâmetro de robustez.

Atividade de água	0,415 ± 0,009
pH	4,565 ± 0,03
Acidez	2,40 (v/v)
Umidade	5,41 % (m/m)
Cinzas	4,37%(m/m)
Resíduos secos	2,53%(m/v)

Observações: Com base na aplicação do parâmetro de robustez, torna-se necessário a variação de certos fatores como massa, temperatura, etc. para realização da análise de atividade de água, houve variação da massa da amostra e das granulometrias, ou seja, utilizou-se as peneiras com *mesh* 14 e 20. Realizando as análises de pH e acidez, variou-se a massa da amostra e os volumes de água usados durante a infusão. De maneira semelhante, para realização das análises de umidade e cinzas, houve variação do peso da amostra em ambas; no entanto, para análise de umidade, houve, variação da temperatura aplicada à amostra na estufa, diferente da análise de cinzas em que houve variação da temperatura aplicada à amostra na mufla. Para análise de resíduos secos, houve variação nas massas pesadas e volumes usados durante a infusão.

Nos quadros 3 e 4 estão apresentados os resultados das análises físico-químicas dos cafés com as granulometrias fina e grossa, respectivamente.

Quadro 03: Resultados das análises de grãos de café em granulometria fina (mesh = 28).

Atividade de água	0,532	0,541	0,538
pH	4,62	4,62	4,60
Acidez	2,42	2,45	2,40
Umidade	5,43%	5,43%	5,34%
Cinzas	3,45%	3,70%	3,89%
Resíduos secos	6,59%	6,43%	5,48%

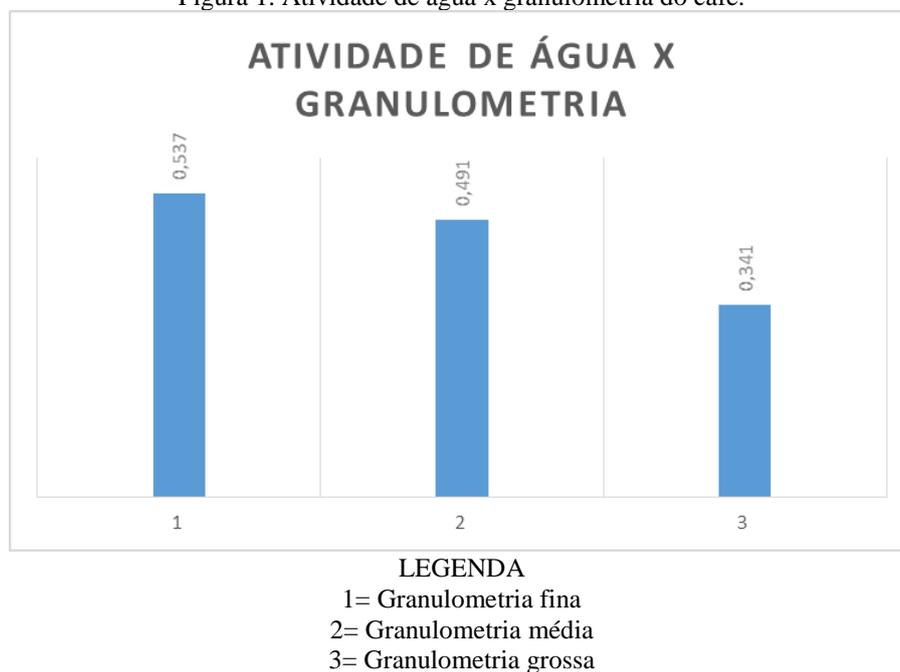
Quadro 04: Resultados das análises de grãos de café em granulometria grossa (mesh = 14).

Atividade de água	0,342	0,340	0,343
pH	4,55	4,54	4,57
Acidez	2,34	2,30	2,32
Umidade	5,50%	5,60%	5,90%
Cinzas	4,14%	4,30%	4,42%
Resíduos secos	0,57%	0,64%	0,47%

As análises foram realizadas com a finalidade de comprovar a influência da variação granulométrica em relação às propriedades físico-químicas do café. A princípio, analisou-se a atividade de água da amostra e foi possível observar a presença de uma variação dos valores da atividade de água em virtude da variação da granulometria, pois o grau de fragmentação da amostra possui uma influência direta na leitura do aparelho (ACQUALAB) que define a quantidade de água presente na amostra. Com isso, foi possível observar valores maiores de atividade de água para granulometria média em relação à granulometria grossa e o mesmo foi observado para granulometria fina, pois apresentou uma leitura superior às granulometrias média e grossa. Com isso, pode-se

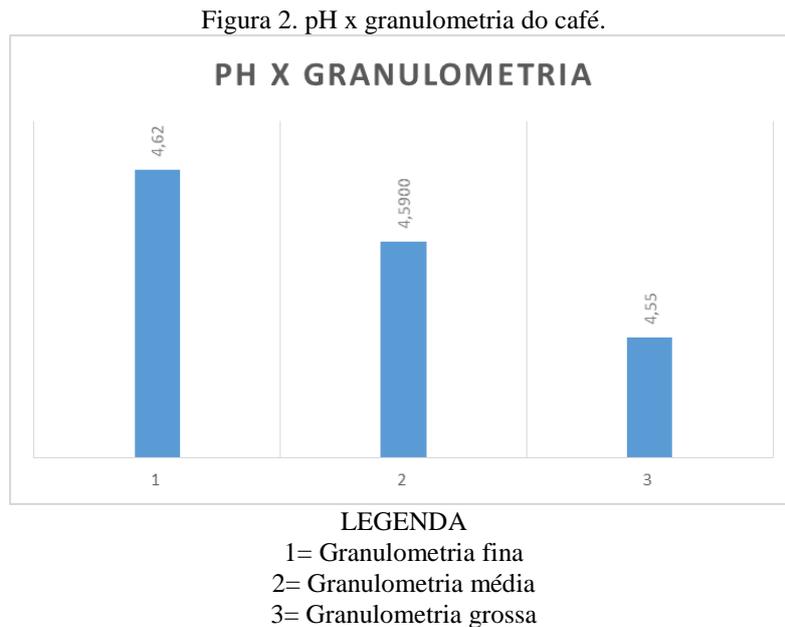
entender que o grão com granulometria fina possui uma maior capacidade de deterioração em relação aos demais, pois, segundo WELTI e VERGARA (1997), a quantidade de água livre é relacionada e disponível às reações físicas, químicas e biológicas, proporcionando a deterioração do alimento. Com isso, os resultados encontrados foram de 0,3aw a 0,5aw, ou seja, os resultados estão abaixo de 0,6aw, sendo que acima de 0,6aw há maior possibilidade de formação de colônias de microrganismos. A figura 1 apresenta a relação entre a atividade de água e a granulometria dos grãos de café, proporcionando percepções sobre a influência da granulometria na disponibilidade de água nos grãos.

Figura 1. Atividade de água x granulometria do café.



A análise seguinte esteve relacionada com a determinação do potencial hidrogeniônico da amostra de café em forma de bebida. Com isso, pode-se observar que os valores de pH para variação de granulometria apresentaram uma leve variação dos resultados fornecidos pelo pHmetro. Tal variação tem relação com o grau de diluição da amostra, pois quanto maior for a granulometria, menos concentrada será a solução e, com isso, menor será os valores do pH. Entretanto, os resultados apresentados informam que, com granulometria grossa, a amostra apresentou pH menor em relação às outras granulometrias. Com isso, o caráter ácido da água utilizada na infusão pode ter interferido nos resultados, levando-se a entender que houve uma influência do meio externo. Com isso, os resultados encontrados para pH variaram entre 4,5 e 4,6, sendo que o valor ideal para o café em forma líquida deve ser de 4,95 a 5,2 (SIQUEIRA, 2006), isso ocorre pelo

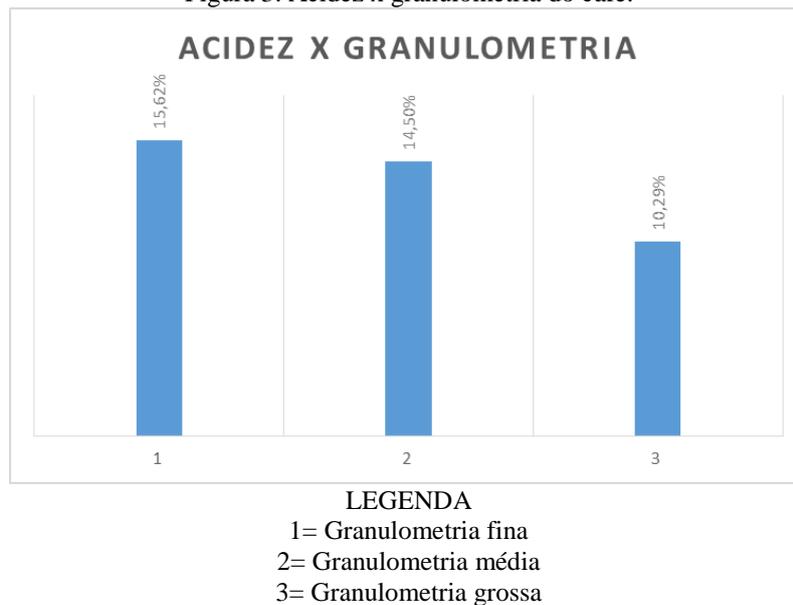
fato do café sofrer interferência da acidez da água, o pH também sofre influência das condições que cada lote é submetido, sofre interferência também com a variedade dos grãos. E, com base nisso, o valor de pH encontrado pode influenciar diretamente no caráter sensorial da bebida, pois quanto mais ácido, mais amargo e azedo é a bebida. A Figura 2 ilustra a relação entre o pH e a granulometria dos grãos de café, permitindo uma análise da variação do pH em diferentes tamanhos de partículas de café moído.



A análise de acidez titulável foi realizada logo após a análise de pH, tendo como base para isso o fato de que esta relaciona-se diretamente com a acidez da bebida em questão, ou seja, com a presença, principalmente, de ácido clorogênico. Com isso, os resultados relacionados com a influência da granulometria foram observados por meio de valores obtidos em relação ao teor de acidez, pois, quanto maior os fragmentos do grão após a moagem, menor seria a concentração da amostra líquida após a infusão obtida, ou seja, a superfície de contato dos fragmentos após a moagem proporciona diferentes níveis de diluição do café moído. Dessa maneira, foi possível notar que as amostras de granulometria fina possuíam um teor de acidez maior do que a de granulometria média, esta que, por sua vez, possuiu teor ácido maior que as amostras de granulometria grossa. Levando em conta que não há valores estabelecidos pela legislação para acidez, pode-se observar que os resultados das análises obtiveram uma relação da variação da granulometria com a concentração da solução e, com isso, pode-se entender que quanto mais fina a granulometria, maior o teor para acidez titulável. Apresentamos a Figura 3

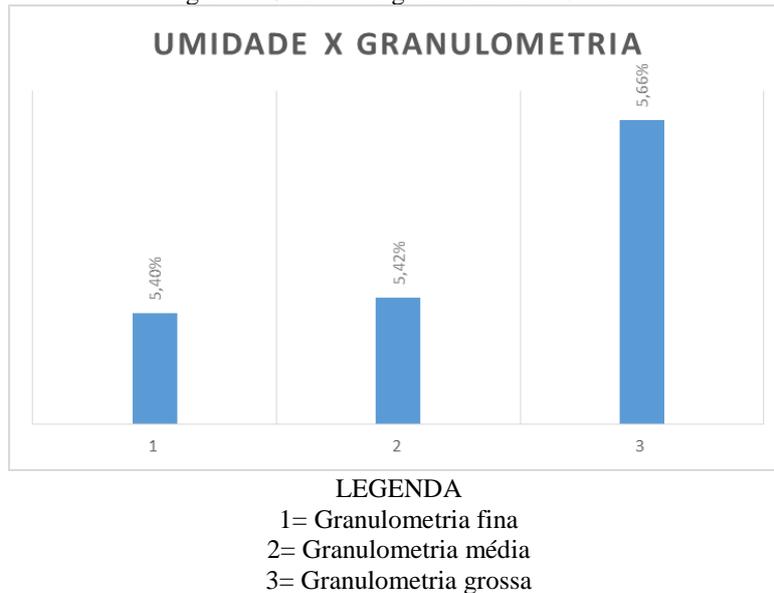
que mostra a relação entre a acidez e a granulometria dos grãos de café, permitindo uma análise das variações de acidez em diferentes tamanhos de partículas de café moído. Santos *et al*, 2020, realizaram ensaios com *blends* de café arábica e conilon e observaram que variações na coloração, no pH e conseqüentemente na acidez das bebidas de café, com maiores concentrações de café conilon, promoveram a obtenção de uma bebida mais clara, mais amarga, e menos ácidas.

Figura 3. Acidez x granulometria do café.



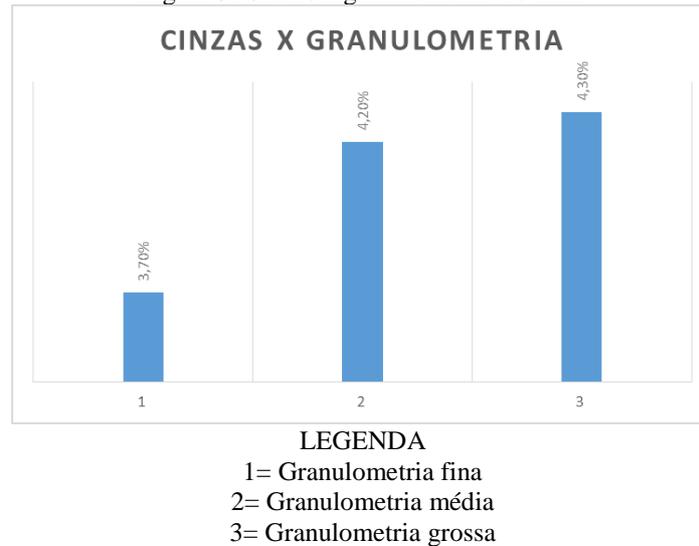
A análise de umidade teve como objetivo determinar o teor de água presente no grão de café moído e torrado. Com isso, foi possível obter resultados a respeito dos valores do teor de água variando as granulometrias em fina, média e grossa, levando ao entendimento de que o teor de água é maior em amostras de granulometria grossa devido ao tamanho dos fragmentos serem maiores. Sendo assim, os teores para granulometria média foram maiores do que para granulometria fina. Entretanto, a diferença entre os teores não foi tão relevante. Segundo a tabela brasileira de composição de alimentos (TACO,2011), o valor ideal para umidade do café torrado é de 2,9%, entretanto, os valores encontrados foram maiores que o valor da legislação, proporcionando maior possibilidade de desenvolvimento microbiano. A Figura 4 demonstra a relação entre a umidade e a granulometria dos grãos de café, fornecendo comparações sobre as variações de umidade em diferentes tamanhos de partículas de café moído. Resultados semelhantes foram obtidos por SEIXAS e SEVERO SILVA JUNIOR, 2021.

Figura 4. Umidade x granulometria do café.



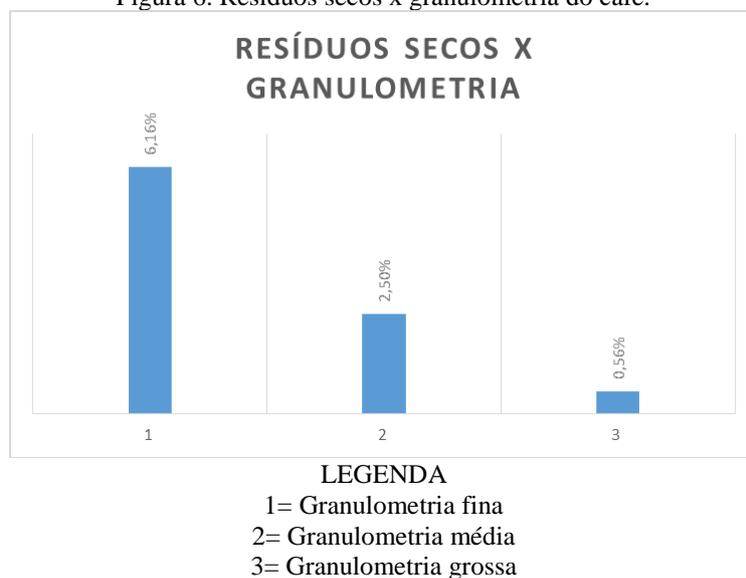
As análises de cinzas realizadas, tiveram como objetivo determinar o teor de minerais presentes na amostra de café e isso foi caracterizado pela presença de sólidos solúveis em presença de água e que possuem uma reatividade com a água, sendo assim foi possível analisar prováveis alterações que o grão de café iria obter durante a infusão, com perda de matéria e massa após o processo. Com isso, foi possível determinar a respeito de valores do teor de minerais para granulometria fina, média e grossa. Por meio disso, pode-se obter valores dentro do limite de 4% e, segundo a Resoluções N° 19°, N° 30° e N° 31° da Secretaria da Agricultura e Abastecimento do estado de São Paulo (SAASP, 2007), o café deve apresentar um teor de cinzas dentro do limite de 5%. Sendo assim, o café analisado apresentou valores de acordo com a Legislação. Apresentamos a Figura 5 que revela a relação entre o conteúdo mineral e a granulometria dos grãos de café, proporcionando uma visão das variações de minerais em diferentes tamanhos de partículas de café moído.

Figura 5. Cinzas x granulometria do café.



As análises de resíduos secos, estão relacionadas com a determinação dos sólidos totais presentes na amostra que são definidos por meio do grau de solubilidade dos fragmentos após a moagem. Por meio disso, com base na superfície de contato da amostra, foi possível concluir que as amostras de granulometria fina possuíam um teor de solubilidade maior do que as amostras de granulometria média e grossa, pois há uma interação maior dos fragmentos da moagem em granulometrias menores, devido sua área de contato ser maior e com isso, facilita a perda de água nos grânulos. Apresentamos a Figura 6 que apresenta a relação entre o resíduo seco e a granulometria dos grãos de café, fornecendo informações sobre as variações de resíduos secos em diferentes tamanhos de partículas de café moído.

Figura 6. Resíduos secos x granulometria do café.



4 CONCLUSÕES

O manuseio e análise das amostras de café, levando em consideração diferentes tipos de granulometrias, proporcionou uma pesquisa em que avaliou interferências físicas em relação aos fatores físico-químico, ou seja, a influência do tamanho dos grãos em relação aos valores de atividade de água, acidez, pH, umidade, teor de minerais e resíduos secos. Com isso, pode-se concluir que há uma ligação direta em relação aos resultados de grandezas físico-químicas em função das granulometrias utilizadas ao longo da pesquisa, pois torna-se compreensível que a superfície de contato da amostra possui uma grande interferência quanto aos valores das análises, pelo fato das interações físicas e químicas das moléculas da amostra diante do calor, soluções básicas e eletrodos indicadores de pH. Além disso, a compreensão da importância da interferência da variação granulométrica em relação a fatores físico-químicos no meio industrial passa a ser algo fundamental para o entendimento do processamento do café, pois, com base no conhecimento fornecido nesse trabalho, passa a ser evidente que, por meio da granulometria em que o grão de café foi moído, pode-se produzir uma bebida com pH mais ácido ou mais básico. Com base nisso, por meio da umidade presente em determinados tipos de cafés moídos, pode-se observar em qual há maior probabilidade de formação de fungos *Aspergillus Ochraceus*. Dessa maneira, diversas informações fornecidas com base nas diferenças granulométricas dos grãos de café podem servir como fonte para melhorar e trazer eficiência para produção de café em pó em escala industrial, com uma qualidade que esteja de acordo com a legislação. Portanto, é essencial considerar a granulometria durante o processamento do café torrado e moído, a fim de obter produtos com qualidade e características desejadas. Essas informações são valiosas para produtores, torrefadores e consumidores, pois permitem a seleção da granulometria mais adequada para atender às preferências e necessidades individuais.

REFERÊNCIAS

- CONTI, M. C. M. D.; KITZBERGER, C. S. G.; SCHOLZ, M. B.S.; PRUDENCIO, S. H. **Características físicas e químicas de cafés torrados e moídos exóticos e convencionais.** Boletim do CEPPA, Curitiba, v. 31, n.1, p. 161-172, 2013.
- MAROTO, A.; RIU, J.; BOQUÉ, R.; RIUS, F. X. **Estimating uncertainties of analytical results using informations from the validation process.** Anal. Chim. Acta., v. 391, p. 173-185, 1999.
- MORAES, R.C. de P.; TRUGO, L.C. **Efeito da torrefação e da granulometria na composição química do café.** In: Simpósio Brasileiro de Pesquisa dos Cafés do Brasil (2:Vitória, ES). Anais, Brasília, DF. EMBRAPA Café, p.1511-17, 2001.
- RIBEIRO, B. B.; MENDONÇA, L.M.V.L.; ASSIS, G.A.; MENDONÇA, J.M.A.; MALTA, M.R. & MONTANARI, F.F. **Avaliação química e sensorial de blends de Coffea canéfora Pierre e Coffea arabica L.** Coffee Science, Lavras, v. 9, n. 2, p. 178-186, 2014.
- SANTOS, W.W.V.; ELIAS, A.M.T., DONATO, M.V.L.C.; MEDEIROS, A.L.T.; BARROS, D.N.; SILVA.M.E.S.& SILVA,S.P. **Influence of roast conditions and extractive process in coffee blends.** Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 6, n. 5, p.25079-25092, may. 2020.
- SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO. RESOLUÇÃO SAA - 28, DE 01 DE JUNHO DE 2007: **Identidade e qualidade de café torrado em grão e café torrado moído.** São Paulo: Estado de São Paulo, 5 p, 2007.
- SCHOLZ, M. B. S. et al. **Características físico-químicas de grãos verdes e torrados de cultivares de café (Coffea arabicaL.)** IAPAR. Coffee Science, Lavras, v. 6, n.3, p. 245-255, 2011.
- SEIXAS, L.S. & SEVERO SILVA JUNIOR, L. **Application of physical-chemical analysis methods for evaluating decaffeinated coffees.** Brazilian Journal of Development. Curitiba, v.7, n.6, p.63869-63882, jun. 2021
- Tabela brasileira de composição de alimentos / NEPA – UNICAMP - 4. ed. rev. e ampliação. - Campinas: NEPA- UNICAMP, 161 p. 2011.
- VALDERRAMA, P.; BRAGA J. W. B.; POPPI, R. J. **Estado da arte de figuras de mérito em calibração multivariada.** Quimica Nova, Vol. 32, No. 5, 1278-1287, 2009.
- WELTI, J.; VERGARA, F. **Atividade de água / conceito y aplicación em alimentos com alto contenido de humedad.** In: AGUILERA, J. M. Temas en Tecnologia de Alimentos. Santiago-Chile, v.1, p.11-26, 1997.