

Influência da altitude e da fermentação na microbiota e na qualidade da bebida do café

Influence of altitude and fermentation on the microbiota and beverage quality of coffee

Influencia de la altitud y la fermentación en la microbiota y la calidad de la bebida de café

Recebido: 03/09/2022 | Revisado: 22/09/2022 | Aceitado: 04/10/2022 | Publicado: 10/10/2022

Gustavo Adolfo de Paula Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2708-5596>

Universidade José do Rosário Vellano, Brasil

E-mail: gustavo.ad99@hotmail.com

Tayla Évellin de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5184-6549>

Universidade José do Rosário Vellano, Brasil

E-mail: taylaoliveira@hotmail.com

Ligiane Aparecida Florentino

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9092-3017>

Universidade José do Rosário Vellano, Brasil

E-mail: ligiane.florentino@unifenas.br

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência do cultivo de café em diferentes altitudes associado ao tipo de processamento dos frutos na diversidade e densidade da população de leveduras e na qualidade química e sensorial da bebida final. O experimento foi conduzido na Fazenda Segredo, no município de Cristais, Minas Gerais, com amostras de café colhidas em talhões da variedade Mundo Novo. Após a colheita das amostras, foi realizada a separação dos grãos de café em cereja e os tratamentos de seca natural em terreiro e fermentação anaeróbica em tambores por 36 horas. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x2, com três repetições por tratamento. A densidade de leveduras foi medida por meio da técnica de diluição seriada e a diversidade dada pelo Índice de Shannon-Wiener (H'). A classificação dos grãos seguiu o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para a Classificação do Café Beneficiado Cru e a análise sensorial feita segundo a metodologia *Specialty Coffee Association* (SCA), por juízes certificados pela mesma. A cultura do café na altitude de 845 metros associada ao processo de fermentação anaeróbica apresentou a maior taxa de densidade e diversidade de leveduras no grão e as características sensoriais distintas, resultando em uma bebida de sabor diferenciado.

Palavras-chave: Leveduras; Mundo novo; Perfil sensorial do café.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the influence of coffee cultivation at different altitudes associated with the type of fruit processing on the diversity and density of the yeast population and on the chemical and sensorial quality of the final beverage. The experiment was conducted at Fazenda Segredo, in the municipality of Cristais, Minas Gerais, with samples of coffee harvested from plots of the Mundo Novo variety. After the samples were harvested, the coffee beans were separated into cherry varieties, and the beans were subjected to natural drying on a terrace and anaerobic fermentation in drums for 36 hours. The experimental design used was a randomized block design, in a 3x2 factorial scheme, with three repetitions per treatment. The yeast density was measured by means of the serial dilution technique and the diversity was given by the Shannon-Wiener index (H'). The classification of the beans followed the Technical Rules of Identity and Quality for the Classification of Raw Beneficiated Coffee and the sensorial analysis was done according to the Specialty Coffee Association (SCA) methodology, by judges certified by the Association. The coffee culture at the altitude of 845 meters associated with the process of anaerobic fermentation showed the highest rate of density and diversity of yeasts in the grain and the distinct sensory characteristics, resulting in a drink with differentiated flavor.

Keywords: Yeasts; Mundo novo; Sensorial profile of coffee.

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar la influencia del cultivo del café a diferentes altitudes, asociado al tipo de procesamiento de la fruta, en la diversidad y densidad de la población de levaduras y en la calidad química y sensorial de la bebida final. El experimento se realizó en la Fazenda Segredo, en el municipio de Cristais, Minas Gerais, con muestras de café cosechadas en parcelas de la variedad Mundo Novo. Tras la recolección de las muestras, los granos de café se separaron en variedades de cereza y se sometieron a un secado natural en una terraza y a una fermentación

anaeróbica en bidones durante 36 horas. El diseño experimental fue en bloques aleatorios, en un esquema factorial 3x2, con tres repeticiones por tratamiento. La densidad de las levaduras se midió mediante la técnica de dilución en serie y la diversidad vino dada por el índice de Shannon-Wiener (H'). La clasificación de los granos siguió las Normas Técnicas de Identidad y Calidad para la Clasificación del Café Beneficiado Crudo y el análisis sensorial se realizó según la metodología de la Asociación de Cafés Especiales (SCA), por jueces certificados por la Asociación. El cultivo de café a la altitud de 845 metros asociado al proceso de fermentación anaeróbica presentó la mayor densidad y tasa de diversidad de levaduras en el grano y características sensoriales diferenciadas, dando lugar a una bebida con sabor diferenciado.

Palabras clave: Levaduras; Mundo novo; Perfil sensorial del café.

1. Introdução

O café é uma das mais populares e apreciadas bebidas de consumo global. O Brasil detém um terço da produção mundial, classificando-se como maior produtor das duas espécies de café dominante do mercado mundial: *Coffea arabica* (arábica) e *Coffea canephora* (robusta/conilon) (Kalschne et al., 2018). Baseados nisso, diversos programas têm sido elaborados com propósito de intensificar o uso de práticas sustentáveis na produção do café, visto que, sistemas de manejo sustentáveis mantêm o equilíbrio no ecossistema, garantindo a ação dos microrganismos em serviços ecossistêmicos, resultando na alta qualidade e sanidade dos grãos (Herzog et al., 2020; Navarro et al., 2021; Pontin et al., 2022).

O Brasil tem produzido, nos últimos anos, grãos de alta qualidade, alinhados a um conjunto de fatores em toda a cadeia produtiva (Sunarharum et al., 2014). Ainda, Alves et al. (2020) abordam que, a qualidade da bebida do café é demandada por um mercado consumidor que continuamente procura cafés com perfis sensoriais distintos e exóticos, o fator cultural também exerce grande relevância. Entretanto, a qualidade do café não deve ser confusa com a preferência do mercado consumidor usual, porém pode sofrer interferência de aspectos socioeconômico-culturais.

Durante o processamento do café diversos microrganismos naturalmente presentes nos grãos utilizam os compostos da polpa e mucilagem como nutrientes para os estágios de fermentação, esses microrganismos apresentam alta diversidade e podem interferir diretamente nas características físico-químicas e sensoriais do grão e da bebida (Evangelista et al., 2015; Compri et al., 2016; Trombetta et al., 2020). Dessa forma, o conhecimento da diversidade e influência desses microrganismos apresenta grande importância na qualidade do produto final.

Dentre os microrganismos presentes no processamento dos grãos de café, as leveduras, exercem papel fundamental na fermentação (Bressani, et al., 2019). Estudos revelam que *Saccharomyces*, *Pichia*, *Candida*, *Rhodotorula*, *Hanseniaspora* e *Kluyveromyces* são os gêneros de leveduras mais comumente encontrados (Oliveira et al., 2020). Ainda, estudos realçam resultados no crescimento sintético de pectina e relatam a contribuição nas características sensoriais da qualidade final do café (Silva et al., 2008; Evangelista et al., 2014). Contudo, a ocorrência desses microrganismos está diretamente ligada às condições climáticas e depende de fatores como cultivar, região geográfica e condições de processamento.

Considerando o exposto, observa-se que são necessários estudos visando o conhecimento da diversidade microbiana e de fatores externos que podem contribuir ou não para o desenvolvimento dos mesmos. Baseado nisso, este estudo teve como objetivo avaliar a influência do cultivo de café em diferentes altitudes, associado ao tipo de processamento dos frutos, na diversidade e densidade da população de leveduras e na qualidade química e sensorial da bebida final.

2. Metodologia

2.1 Obtenção das amostras de café e separação dos grãos

O experimento foi conduzido na fazenda Segredo, localizada no município de Cristais, Minas Gerais, com altitude média de 873 metros (m) composta por plantas da espécie arábica, em cultivo com espaçamento de 3 x 0,70m.

As amostras de café utilizado neste estudo foram provenientes de talhões cultivados com a variedade Mundo Novo de propriedades com diferentes altitudes: baixa (769 m), média (845 m) e alta (894 m).

Após a colheita das amostras, foi realizada a separação dos grãos de café, retirando-se os grãos verdes, com aspecto de uva-passa e bóia, somente os grãos cereja com grau brix médio de 21 °Bx.

2.2 Aplicação dos tratamentos e delineamento experimental

As amostras foram submetidas a duas condições de processamento: fermentação e seca natural.

Para o processo de fermentação anaeróbica, foram utilizadas galão bombonas plásticas de perfil retangular confeccionadas em material, 100% PEAD (Polietileno de alta densidade e alto massa molecular) com capacidade de 20 litros, com tampa lacre de alta vedação permanecendo por 36 horas. Posteriormente, os grãos de café foram lavados para a retirada da mucilagem e levados para secagem em terreiro de cimento, até atingirem a faixa de umidade entre 11 a 13%.

Os grãos submetidos à seca natural foram dispostos diretamente ao sol em terreiro de cimento. Foi realizado o processo de “vira” durante quatro semanas quando os mesmos atingiram aproximadamente 12% de umidade.

Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial 3 (altitudes) x 2 (condições de processamento do café), com três repetições por tratamento.

2.3 Densidade e diversidade de leveduras

Para a análise da população de leveduras presentes nos grãos foram coletadas 100 gramas (g) de cada amostra (fermentado e seco de forma natural).

As amostras foram enviadas ao Laboratório de Microbiologia do Solo (LMS) da Universidade José do Rosário Velano - Unifenas, campus de Alfenas e os ensaios foram realizados em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições por tratamento.

Para o estudo da densidade de leveduras foi utilizado o meio de cultura YEPG (Extrato de levedura, peptona e glicose) e a técnica da diluição seriada (10⁻¹ a 10⁻⁶). Para o preparo da diluição, 10 g de grãos de café foram suspensos em 90 ml de solução salina – Cloreto de sódio (NaCl) 0,55%, constituindo-se a diluição 10⁻¹. Transferiu-se um ml desta solução para um tubo de ensaio contendo 9 ml da mesma solução salina, e assim sucessivamente até a diluição de 10⁻⁶. De cada diluição foi retirada uma alíquota de 1 ml e inoculou-se em placas de Petri contendo meio de cultura YEPG. As placas foram incubadas em estufa a ± 30 °C por um período de 48 horas e foi posteriormente realizada a contagem das unidades formadoras de colônias (UFC).

Após a contagem das UFC, as colônias foram repicadas para meio YEPG para a análise da diversidade morfológica, considerando as características de cor, brilho, forma, produção de goma, tamanho e elevação. A diversidade das colônias leveduriformes foi analisada pelo índice de Shannon-Wiener (H'), segundo a equação abaixo:

$$H' = \sum \frac{ni}{N} \times \ln \frac{N}{ni}$$

Em que: H' = índice de Shannon; ni = número de indivíduos da espécie ou grupo i ; N = número total de indivíduos; \ln = logaritmo na base natural.

2.4 Pontuação da bebida do café

Após a secagem das amostras foi realizada a pesagem do café em coco, seguido pelo processo de beneficiamento, pesagem e medição final. As amostras foram embaladas em sacarias de tecido de juta (fibra têxtil vegetal) e codificadas, conforme o tratamento, e permaneceram em recolhimento por 45 dias em uma umidade média de 11%. O beneficiamento dos grãos foi realizado em descascador de café portátil (Marca Pinhalense, Modelo DRC), que promoveu a eliminação da casca e

separação dos grãos, deixando-os livres de qualquer sujidade aparente. Essas amostras beneficiadas foram classificadas em mesa de classificação, conforme a Instrução Normativa nº 8 de 11 de junho de 2003, do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), que define o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para a Classificação do Café Beneficiado Cru. Posteriormente, foram retiradas 250 g de cada amostra para a realização da análise sensorial.

A prova para análise sensorial foi realizada no Laboratório de Análises Sensoriais da empresa Cafebras Trading, localizada no município de Varginha, Minas Gerais. As amostras foram submetidas a torra utilizando torradores específicos para cafés especiais até o nível definido para a classificação e pontuação sensorial pela *Specialty Coffee Association of America* (SCAA) e subsequente descansaram por um período de 12 horas.

O procedimento de prova foi realizado segundo a SCAA e a análise realizada por dois juízes certificados pela mesma, conforme a metodologia proposta por Lingle (2011). Nesta metodologia há a atribuição de notas para fragrância/aroma, acidez, corpo, sabor, finalização, doçura, uniformidade, xícara limpa, equilíbrio e impressão global. Sendo que, para um café ser considerado especial, o mesmo tem que estar entre 80 a 100 pontos. Utilizou-se 100g de grãos de café verde peneira 16 em temperatura monitorada para que o tempo de torra não fosse inferior ou superior a oito e 12 minutos, respectivamente.

3. Resultados e Discussão

Nas condições estudadas, observou-se que o fator altitude associado a diferentes condições de processamento influencia na composição e na microbiota dos grãos de café, afetando diretamente na qualidade final da bebida.

Analisando a densidade de leveduras presentes nos grãos de café cultivados em diferentes altitudes e submetidos a duas condições de processamento, verificou-se maior ocorrência em altitude média (845 m) e grãos fermentados (Tabela 1).

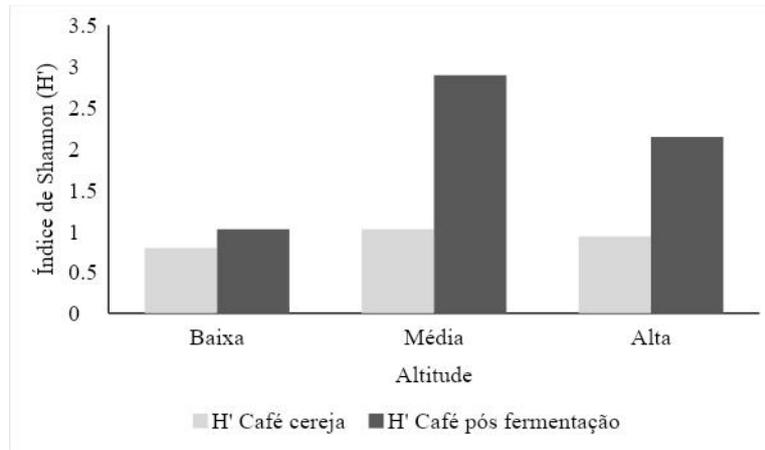
Tabela 1. Densidade de leveduras presentes em grãos de café cultivados em diferentes altitudes e submetidos a duas condições de processamento.

Tratamentos	Altitude		
	Baixa	Média	Alta
Fermentado	$4,2 \times 10^4$ Ab	$6,3 \times 10^5$ Aa	$3,6 \times 10^4$ Ab
Natural	$2,5 \times 10^2$ Ba	$3,8 \times 10^2$ Ba	$2,3 \times 10^2$ Ba

*Médias seguidas de letras iguais, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. Fonte: autores.

Na Figura 1 estão apresentados os dados referentes à diversidade de leveduras, expressa pelo índice de Shannon-Wiener (H'). Analisando as diferentes altitudes versus condições de processamento, observa-se uma maior diversidade de leveduras na propriedade, com altitude média (845 m) e associada ao processo de fermentação.

Figura 1. Diversidade de leveduras presentes em grãos de café cultivados em diferentes altitudes e submetidos a duas condições de processamento, dadas pelo índice de Shannon-Wiener (H').



Fonte: Autores (2022).

A literatura relata que a ocorrência e diversidade dos microrganismos está diretamente correlacionada com a disponibilidade de nutrientes e água do ambiente, ainda, a elevação da altitude quando associada a temperaturas muito baixas (<15 °C) pode alterar o processo de amadurecimento dos frutos e resultar em um maior acúmulo de compostos químicos e favorecer a diversidade (Perrone et al., 2007; Braccini et al., 2008; Pimenta, 2020). No que se refere à produção de café no Brasil, o processamento natural apresenta maior diversidade de microrganismos (Chalfoun et al., 2018; Oliveira et al., 2020), contudo, a concentração de leveduras aumenta quando submetido ao processo de fermentação (Oliveira et al., 2020), corroborando com os resultados obtidos neste estudo.

A diminuição da diversidade e densidade de leveduras apresentada em altitude alta (894 m) pode ser relacionada a fatores como aumento da pressão atmosférica total e a pressão parcial dos gases atmosféricos, afetando diretamente as mesmas (Körner, 2007).

Pela análise sensorial dos grãos de café beneficiados, foi observado que as amostras oriundas das três altitudes foram de bebida “dura”, sendo um café padrão para comercialização (Quadro 1).

Quadro 1. Análise sensorial das amostras conforme a classificação *Specialty Coffee Association of America* (SCAA).

ALTITUDE	FERMENTAÇÃO	BEBIDA	ASPECTO
769m	Fermentado	Duro verde	Fino
769m		Duro fermentado forte	Fino
769m		Duro leve verde	Bom
769m	Natural	Duro leve sujo	Regular
769m		Duro limpo	Regular
769m		Duro limpo	Regular
845m	Fermentado	Duro fermentado citrico	Bom
845m		Duro leve gosto de chocolate	Fino
845m		Duro leve gosto de frutas vermelhas	Bom
845m	Natural	Duro verde	Regular
845m		Duro limpo	Bom
845m		Duro leve verde	Bom
894m	Fermentado	Duro fermentado forte	Fino
894m		Duro citrico	Bom
894m		Duro leve sujo	Bom
894m	Natural	Duro leve verde	Bom
894m		Duro leve verde	Regular
894m		Duro leve verde	Regular

*Considera-se 769 m (altitude baixa); 845 m (altitude média); e 894 m (altitude alta).Fonte: Autores.

Cafés de bebida dura estão enquadrados nos padrões de bebidas finas, apresentando sabor acre, adstringente e áspero, contudo, não apresentam paladares estranhos que interferem na qualidade da bebida (SCAA, 2022).

Diversos autores citam a influência da altitude na qualidade da bebida do café e relatam melhores bebidas em altitudes mais elevadas (Silva et al., 2006; Bardin-Camparotto et al., 2012; Gamonal et al., 2017; Ribeiro et al., 2017). No entanto, nesse estudo foram encontrados bons resultados para a bebida do café cultivado em altitude média (845 m), quando submetido ao processo de fermentação (Quadro 1).

Durante a fermentação ocorrem mudanças na composição dos açúcares dos grãos de café, afetando o sabor (Rodrigues, et al., 2020). Pela análise sensorial foram detectadas nuances cítricas, chocolate e frutas vermelhas. Essas nuances são resultados de uma fermentação positiva das leveduras sendo requeridas no processo de fermentação induzida.

Em relação à análise por pontuação (Tabela 2), observou-se que para o parâmetro peneira acima de 17 (percentagem de peneira alta), as amostras de café apresentaram 31,33 e 37,88% de percentagem para fermentado e natural, respectivamente, essa classificação por peneiras é indicada por ser uma característica relacionada aos padrões de qualidade do produto (Botelho et al., 2010).

Tabela 2. Análise por pontuação das amostras conforme o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para a Classificação do Café Beneficiado Cru.

Tratamentos	Peneira acima de 17 (peneira alta) (%)	Quebra (%)	Pontuação
Fermentado	31,33 b	17,44 b	82,44 a
Natural	37,88 a	22,22 a	80,44 b

*Médias seguidas de letras iguais, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. Fonte: Autores.

O café destinado para exportação deve estar entre peneiras de nº 13 a 20, com uma tendência de preferência por cafés com peneira acima de 16, ainda, cafés de maior peneira, associados a outros aspectos de boa qualidade, apresentam maior valor de mercado (Laviola et al., 2006).

Quanto à quebra dos grãos, foi observado que no processamento natural houve uma maior porcentagem em relação aos grãos submetidos à fermentação, indicando uma maior quantidade de grãos com defeitos. Com relação à pontuação final dos lotes de cafés, houve uma variação média de 82,44% para o fermentado e 80,44% para o natural. As diferentes altitudes apresentaram 81,50, 82,25 e 81,33 para baixa, média e alta, respectivamente, essa variação na pontuação das altitudes demonstra que houve diferença entre as áreas, mesmo que este parâmetro não tenha sido avaliado estatisticamente. Esse resultado é expressivo, visto que, a área com altitude média (845 m) apresentou maior taxa de densidade e diversidade de leveduras e características sensoriais distintas.

4. Conclusão

A altitude de 845 metros associada ao processo de fermentação apresentou maior taxa de densidade e diversidade de leveduras e características sensoriais distintas, fornecendo uma bebida com sabor diferenciado.

Referências

- Alves, E. A., de Souza, C. A., Rocha, R. B., Pereira, L. L., de Lima, P. P., & Lourenço, J. L. R. (2020). Efeito da fermentação sobre qualidade da bebida do café robusta (*Coffea canephora*) cultivado na Amazônia ocidental. *Revista Ifes Ciência*, 6 (3), 159-170.
- Bardin-Camparotto, L., Camargo, M. B. P. D., & Moraes, J. F. L. D. (2012). Época provável de maturação para diferentes cultivares de café arábica para o Estado de São Paulo. *Ciência Rural*, 42, 594-599.
- Botelho, C. E., Rezende, J. C. D., Carvalho, G. R., Carvalho, A. M. D., Andrade, V. T., & Barbosa, C. R. (2010). Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de café arábica em Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 45, 1404-1411.
- Braccini, A. L., Scapim, C. A., do Carmo Lana, M., Vidigal Filho, P. S., Albrecht, L. P., Barreto, R. R., & de Araújo Rodovalho, M. (2008). Produtividade de grãos e qualidade de sementes de café em resposta à densidade populacional. *Revista Ceres*, 55 (6), 489-496.
- Brasil. Instrução Normativa nº 8 de 11 de junho de 2003. Dispõe do Regulamento técnico de identidade e de qualidade para classificação do café beneficiado grão cru.
- Bressani, A. P. P., Martinez, S. J., Sarmento, A. B. I., Borém, F. M., & Schwan, R. F. (2020). Organic acids produced during fermentation and sensory perception in specialty coffee using yeast starter culture. *Food Research International*, 128, 108773.
- Chalfoun, S. M., Angélico, C. L., & de Resende, M. L. V. (2018). Brazilian coffee quality: Cultural, microbiological and bioactivity aspects. *World Journal of Research and Review*, 6 (1), 262710.
- Compri, L., Florentino, L. A., Veiga, R. M., Silva, A. B. D., & Miranda, J. M. (2016). Diversidade de microrganismos em frutos do cafeeiro cultivado na proximidade do Lago de Furnas. *Coffee Science*, 11 (2), 285-289.
- Evangelista, S. R., Miguel, M. G. D. C. P., de Souza Cordeiro, C., Silva, C. F., Pinheiro, A. C. M., & Schwan, R. F. (2014). Inoculation of starter cultures in a semi-dry coffee (*Coffea arabica*) fermentation process. *Food Microbiology*, 44, 87-95.
- Evangelista, S. R., Miguel, M. G. D. C. P., Silva, C. F., Pinheiro, A. C. M., & Schwan, R. F. (2015). Microbiological diversity associated with the spontaneous wet method of coffee fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 210, 102-112.
- Gamonal, L. E., Vallejos-Torres, G., & López, L. A. (2017). Sensory analysis of four cultivars of coffee (*Coffea arabica* L.), grown at different altitudes in the San Martin region-Peru. *Ciência Rural*, 47, (9), e20160882.
- Herzog, T. T., da Silva, M. B., & Facco, A. G. (2020). Análise do Índice de Sustentabilidade da produção de café Conilon. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 13 (1), 213-232.
- Kalschne, D. L., Viegas, M. C., De Conti, A. J., Corso, M. P., & de Toledo Benassi, M. (2018). Steam pressure treatment of defective *Coffea canephora* beans improves the volatile profile and sensory acceptance of roasted coffee blends. *Food Research International*, 105, 393-402.
- Körner, C. (2007). The use of 'altitude' in ecological research. *Trends in ecology & evolution*, 22 (11), 569-574.
- Laviola, B. G., Mauri, A. L., Martinez, H. E. P., Araújo, E. F., & Neves, Y. P. (2006). Influência da adubação na formação de grãos mocas e no tamanho de grãos de café (*Coffea arabica* L.). *Coffee Science*, 1 (1), 36-42.
- Lingle, T. R. (2011). *The coffee cupper's handbook: systematic guide to the sensory evaluation of Coffee's Flavor*. 7th ed. Long Beach California: Specialty Coffee Association of America, 66p.

- Navarro, R., Martelócio, A. C., Sevilha, R., Bido, G., & Mannigel, A. (2021). Manejo do solo para o sistema de cultivo do café no Brasil. *Enciclopédia Biosfera*, 18 (38), 1-16.
- Oliveira, E. C. S., Guarçoni, R. V. C., de Castro, E. V. R., de Castro, M. G., & Pereira, L. L. (2020). Chemical and sensory perception of robusta coffees under wet processing. *Coffee Science*, 15, e151672.
- Perrone, G., Susca, A., Cozzi, G., Ehrlich, K., Varga, J., Frisvad, J. C., & Samson, R. A. (2007). Biodiversity of *Aspergillus* species in some important agricultural products. *Studies in mycology*, 59 (1), 53-66.
- Pimenta, C. J. (2020). *Qualidade do café*. Lavras: Editora UFLA, 273p.
- Pontin, J. C., de Matos Roda, N., Longo, R. M., & Branchi, B. A. (2022). Panorama sobre o uso de agrotóxicos para café e citros: análise nas agências regulatórias nacionais e internacionais. *Revista de Tecnologia & Gestão Sustentável*, 1 (2), 37-48.
- Ribeiro, L. S., Miguel, M. G. D. C. P., Evangelista, S. R., Martins, P. M. M., van Mullem, J., Belizario, M. H., & Schwan, R. F. (2017). Behavior of yeast inoculated during semi-dry coffee fermentation and the effect on chemical and sensorial properties of the final beverage. *Food Research International*, 92, 26-32.
- Rodrigues, G. Z., da Cunha, L. T., & Almeida, G. R. R. (2020). Desenvolvimento e validação da fermentação controlada de frutos do café no pós-colheita em diferentes tempos. *Revista Agroveterinária do Sul de Minas*, 2 (1), 45-52.
- Shannon, C. E. & Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. Urbana: University of Illinois, 117p.
- Silva, C. F., Batista, L. R., Abreu, L. M., Dias, E. S., & Schwan, R. F. (2008). Succession of bacterial and fungal communities during natural coffee (*Coffea arabica*) fermentation. *Food microbiology*, 25 (8), 951-957.
- Silva, R. D., Pereira, R. G. F. A., Borém, F. M., & Silva, V. (2006). Altitude e a qualidade do café cereja descascado. *Revista brasileira de armazenamento*, 9 (1), 40-47.
- Sunarharum, W. B., Williams, D. J., & Smyth, H. E. (2014). Complexity of coffee flavor: A compositional and sensory perspective. *Food research international*, 62, 315-325.
- Trombetta, L. J., Turchetto, R., da Rosa, G. M., Volpi, G. B., Barros, S., & da Silva, V. R. (2020). Resíduos orgânicos e suas implicações com o carbono orgânico e microbiota do solo e seus potenciais poderes poluentes. *Brazilian Journal of Development*, 6 (7), 43996-44005.