

## Comparação dos resultados da análise de folhas de café acondicionadas em diferentes tipos de embalagem

Comparison of the results of the analysis of coffee leaves packed in different types of packaging

Comparación de los resultados del análisis de hojas de café envasadas en diferentes tipos de envases

Recebido: 19/06/2024 | Revisado: 28/06/2024 | Aceitado: 29/06/2024 | Publicado: 02/07/2024

**Brian Gabriel Silva Assis**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4981-0237>

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Brasil

E-mail: [Briangabriel.assis@gmail.com](mailto:Briangabriel.assis@gmail.com)

**Priscila Ferreira de Sales Amaral**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9313-9575>

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Brasil

E-mail: [priscila.sales@cefetmg.br](mailto:priscila.sales@cefetmg.br)

**Francisco Hélcio Canuto Amaral**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1532-6954>

Universidade Federal de Lavras, Brasil

E-mail: [helcioagro@gmail.com](mailto:helcioagro@gmail.com)

### Resumo

Este trabalho teve como objetivo avaliar se houve diferença nos resultados da análise de folhas de café acondicionadas em embalagens de papel e de plástico (com furo e sem furo). Buscou-se ainda verificar se o tempo em que análise foliar foi realizada (oitavo dia e décimo quinto dia após a coleta) seguiu a mesma tendência observada para as amostras que foram coletadas e imediatamente analisadas. Para atingir o objetivo proposto, as folhas das plantas foram inicialmente recolhidas em uma fazenda localizada na região de Boa Esperança e então conduzidas ao laboratório para serem realizadas as análises. Avaliou-se os resultados por meio do emprego do Reconhecimento de Padrões não-supervisionado composto pela Análise de Agrupamentos Hierárquicos (HCA) e pela Análise de Componentes Principais (PCA). Foi verificado que independentemente do tipo de embalagem em que as folhas de café foram acondicionadas, há uma elevada similaridade entre as amostras analisadas no dia da coleta e no oitavo dia após a coleta, as quais, por sua vez, são distintas das avaliadas no décimo quinto dia após a coleta. Tais resultados permitem inferir que a influência do tempo após a coleta se sobrepõe à influência do tipo de embalagem. Sendo assim, pode-se concluir que as folhas de café podem ser analisadas até o oitavo dia após serem coletadas, sendo acondicionadas em qualquer tipo de embalagem estudada (papel, plástico com furo e plástico sem furo).

**Palavras-chave:** Saco de papel; Embalagem plástica; Nutrientes.

### Abstract

This research aimed to evaluate whether there was a difference in the results of the analysis of coffee leaves packed in paper and plastic packaging (with and without holes). We also sought to verify whether the time in which foliar analysis was performed (eighth day and fifteenth day after collection) followed the same trend observed for the samples that were collected and immediately analyzed. To achieve the proposed objective, the leaves of the plants were initially collected on a farm located in the Boa Esperança region and then taken to the laboratory for analysis. The results were evaluated using unsupervised Pattern Recognition composed of Hierarchical Cluster Analysis (HCA) and Principal Component Analysis (PCA). It was found that regardless of the type of packaging in which the coffee leaves were packed, there is a high similarity between the samples analyzed on the day of collection and on the eighth day after collection, which, in turn, are different from those evaluated on the tenth. fifth day after collection. Such results allow us to infer that the influence of time after collection overlaps with the influence of the type of packaging. Therefore, it can be concluded that coffee leaves can be analyzed up to the eighth day after being collected, being packaged in any type of packaging studied (paper, plastic with holes and plastic without holes).

**Keywords:** Paper bag; Plastic packaging; Nutrients.

### Resumen

Este trabajo tuvo como objetivo evaluar si existía diferencia en los resultados del análisis de hojas de café envasadas en papel y envases de plástico (con y sin agujeros). También se buscó verificar si el tiempo en que se realizó el análisis foliar (octavo día y decimoquinto día después de la recolección) siguió la misma tendencia observada para las muestras que fueron recolectadas y analizadas inmediatamente. Para lograr el objetivo propuesto, las hojas de las

plantas fueron inicialmente recolectadas en una finca ubicada en la región de Boa Esperança y luego llevadas al laboratorio para su análisis. Los resultados se evaluaron mediante reconocimiento de patrones no supervisado compuesto por análisis de conglomerados jerárquicos (HCA) y análisis de componentes principales (PCA). Se encontró que independientemente del tipo de empaque en el que fueron empacadas las hojas de café, existe una alta similitud entre las muestras analizadas el día de la recolección y el octavo día después de la recolección, las cuales, a su vez, son diferentes a las evaluadas. el décimo quinto día después de la recogida. Tales resultados permiten inferir que la influencia del tiempo posterior a la recolección se superpone con la influencia del tipo de embalaje. Por lo tanto, se puede concluir que las hojas de café pueden ser analizadas hasta el octavo día después de ser recolectadas, envasándose en cualquier tipo de embalaje estudiado (papel, plástico con agujeros y plástico sin agujeros).

**Palabras clave:** Bolsa de papel; Envases de plástico; Nutrientes.

## 1. Introdução

O café é uma das bebidas mais consumidas no mundo. Suas apreciadas propriedades organolépticas, quando são associadas aos seus efeitos estimulantes, indicam que o seu consumo pode trazer inúmeros benefícios à saúde humana (Carneiro et al., 2021; Costa et al., 2023; Silva et al., 2024).

Desde o período colonial, a atividade cafeeira é importante para a economia do país e quando se remete a produção em Nepomuceno, município de Minas Gerais e foco do presente estudo, verificam-se relatos no início do século XX. Sendo assim, a cafeicultura constitui-se da principal atividade econômica do município, o qual se situa há alguns anos entre os maiores produtores nacionais da rubiácea (Nepomuceno, 1925).

Não obstante, evidencia-se que parcela expressiva do Produto Interno Bruto (PIB) municipal é oriunda do setor cafeeiro, cuja distribuição da produção é dominada pelas cooperativas atuantes em Nepomuceno (Prefeitura Municipal de Nepomuceno, 1918; Vilas Boas, 2016). No período da colheita, muitos trabalhadores locais e migrantes se ocupam da função temporária de apanhadores de café (Crocco et al., 2018).

Diante da importância relatada, evidencia-se a busca incessante de se fazer uma avaliação que permita ao cafeicultor uma maior segurança com relação às deficiências e estado nutricional das plantas e equilíbrio das lavouras, o que pode ser conseguido por meio da análise foliar, a qual complementa a análise do solo (Arboleda et al., 1988).

Além disso, quando se realiza tal procedimento no tecido vegetal, verifica-se que esse tipo de análise se constitui de um instrumento eficaz para a recomendação adequada de fertilizantes, indicativo de uma adubação racional das lavouras, uma vez que podem ocorrer situações em que apenas a análise de solo não seja ideal para prever com exatidão a quantidade de adubo suficiente ou até mesmo as plantas não tenham absorvido os nutrientes do solo. Soma-se a essa equação, a época de aplicação, que talvez não tenha sido a mais adequada (Arboleda et al., 1988).

Desse modo, a análise de folha permitirá ao cafeicultor fazer os ajustes necessários, evitando a perda na produção. Entretanto, vale salientar que os resultados apenas serão considerados satisfatórios se for feita uma correta interpretação dos resultados (Arboleda et al., 1988).

Para a análise foliar fica evidente que os procedimentos metodológicos envolvem o acondicionamento das folhas em sacos de papel, não sendo encontrados relatos na literatura que indicam a possibilidade da utilização de embalagens plásticas, o que muitas vezes é palco de indagações dos cafeicultores que levam as amostras para serem analisadas (COCAPEC, 2021).

Vale salientar que esse tipo de análise providencia uma ampla faixa de dados, o que torna necessária a utilização de avançadas aproximações para a análise, conforme pode ser visualizado por meio de técnicas quimiométricas, sendo destacada, no presente trabalho, a utilização do Reconhecimento de Padrões não-supervisionado composto pela Análise de Componentes Hierárquicos (HCA) e Análise de Componentes Principais (PCA), a qual já é descrita na literatura como uma ferramenta adequada que visa identificar a adulteração em café torrado e moído pela adição de diferentes percentuais de cascas, palha melosa e milho ao café de bebida rio (Silva, 2014).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar se houve diferença nos resultados da análise de folhas de café acondicionadas em embalagens de papel e de plástico (com furo e sem furo). Buscou-se ainda verificar se o tempo em que análise foliar foi realizada (oitavo dia e décimo quinto dia após a coleta) seguiu a mesma tendência observada para as amostras que foram coletadas e imediatamente analisadas.

## 2. Metodologia

Conforme pode ser relatado, as pesquisas buscam produzir novos saberes para a sociedade (Pereira et al., 2018). Partindo desse pressuposto, o trabalho proposto constituiu-se de uma experimentação, de natureza qualitativa e quantitativa, cuja metodologia foi conduzida em etapas.

### 2.1 Coleta de dados e amostragem foliar na lavoura de café

Foi feita a coleta no terço médio da planta de café no 3º e no 4º par de folhas a partir da extremidade, em uma gleba homogênea, caminhando-se em zigue-zague. O procedimento foi realizado na Fazenda Correias, zona Rural Correias, localizada na cidade de Boa Esperança, no sul de Minas Gerais. Na Figura 1 é apresentada a planta de café e a realização da coleta de folhas de café.

**Figura 1** - Coleta de folhas de café na lavoura seguindo as instruções normativas.



Fonte: Autores.

Por meio da visualização da Figura 1 fica evidente que as folhas que foram analisadas neste trabalho foram devidamente coletadas, pois sabe-se que caso a coleta não tivesse sido conduzida de maneira correta, os resultados a serem obtidos poderiam não condizer com o que se almejava.

As folhas de café (50 unidades) foram acondicionadas em diferentes de embalagens (papel branco- 14 cm x 30 cm; plástico sem furos- 12 cm x 25 cm; plásticos (12 cm x 25 cm com furos feitos pelo perfurador). A Figura 2 mostra as amostras de folhas de café acondicionadas em diferentes tipos de embalagens.

**Figura 2** - Acondicionamento das folhas de café em diferentes tipos de embalagens.



Fonte: Autores.

Observa-se pela análise da Figura 2 que as amostras das folhas de café foram devidamente acondicionadas nas embalagens, sendo adotados critérios rigorosos para o seu empacotamento.

As folhas de café coletadas foram então enviadas para o Laboratório de Análises de Solo e Foliar, pertencente à Cooperativa Agropecuária de Boa Esperança. Foram avaliadas as amostras envolvidas pelas embalagens distintas no dia de coleta e no oitavo dia e no décimo quinto dia após a coleta.

## **2.2 Aplicação do Reconhecimento de Padrões não-supervisionado (PCA e HCA) para a avaliação da correlação entre as embalagens e tempos de análise**

O reconhecimento de padrões não-supervisionado obtido por meio da Análise de Componentes Principais (PCA) e Análise de Componentes Hierárquicos (HCA) foi aplicado aos dados com a finalidade de verificar a similaridade entre as amostras de folhas de café envolvidas em diferentes tipos de embalagens (de papel, de plástico sem furos e de plásticos com furos), bem como verificar se existiu uma diferença significativa entre os dias em que foi feita a análise foliar (dia da coleta, 8º dia após a coleta e 15º dia após a coleta).

Como as propriedades analisadas apresentam unidades distintas, para esta análise, os dados dos nutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) que estavam em dag/Kg foram transformados para mg/Kg, o que permitiu com que os dados das amostras não necessitassem passar por nenhum tipo de pré-processamento disponível no programa. Na HCA, foi considerado o número de componentes principais que permitiram reter a maior quantidade de informações do conjunto dos dados analisados (duas componentes principais). Utilizou-se a distância Euclideana, cujos dados foram conectados pelo vizinho mais próximo.

As análises quimiométricas foram conduzidas empregando o programa Chemoface na versão 1.5 (Nunes et al., 2012).

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1 Análise das folhas de café

A folha do cafeeiro consiste em um órgão responsável pelo metabolismo e também o principal local para onde são transportados, inicialmente, os nutrientes absorvidos pelas raízes (EMATER, 2024).

Desta forma, a análise foliar permite a diagnose do estado nutricional da planta, ao indicar os teores de macro e micronutrientes nela existentes, apontando deficiência ou toxidez e, mesmo, desbalanços nutricionais, quando se considera a relação entre nutrientes, fator também de fundamental importância na correta nutrição do cafeeiro (EMATER, 2024).

Os macronutrientes são aqueles demandados em maior quantidade pela planta do cafeeiro, os quais incluem: nitrogênio (N); fósforo (P); potássio (K); cálcio (Ca); magnésio (Mg) e enxofre (S). Por outro lado, os micronutrientes, demandados em menor quantidade, são: cobre (Cu); boro (B); manganês (Mn); zinco (Zn) e ferro (Fe) (REHAGRO CAFÉ, 2024).

No Quadro 1 são descritos os resultados das análises das folhas de café que foram acondicionadas em distintas embalagens (de papel, de plástico sem furo e de plástico com furo) e que foram analisadas no dia da coleta, no oitavo dia após a coleta (8 dias) e no décimo quinto dia após a coleta (15 dias).

**Quadro 1** - Resultados das análises das folhas de café acondicionadas em embalagens diversificadas avaliadas em diferentes tempos.

Tipo de embalagem	dag/Kg						mg/ Kg					
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
Papel (dia)	3,5	0,108	2,44	0,92	0,25	0,17	67	13	103	219	36,0	
Plástico com furo (dia)	3,7	0,121	2,38	1,00	0,25	0,17	66	13	73	243	46,0	
Plástico sem furo (dia)	3,9	0,134	2,44	0,97	0,28	0,17	62	21	98	197	27,0	
Papel (8 dias)	4,1	0,139	2,51	1,00	0,27	0,17	72	21	106	226	20,3	
Plástico com furo (8 dias)	3,8	0,132	2,48	1,01	0,27	0,21	74	16	80	243	60,8	
Plástico sem furo (8 dias)	4,0	0,139	2,44	1,01	0,28	0,18	79	14	110	214	50,5	
Papel (15 dias)	3,6	0,155	2,77	0,97	0,25	0,23	69	15	106	265	35,0	
Plástico com furo (15 dias)	3,4	0,155	2,71	1,11	0,27	0,22	79	16	114	326	46,4	
Plástico sem furo (15 dias)	3,3	0,141	2,48	1,14	0,33	0,22	72	36	142	243	56,0	

Fonte: Autores.

Observa-se pela análise do Quadro 1 que os resultados da análise foliar na cultura do café podem ser utilizados com duas finalidades principais: orientar sobre a necessidade de reajustes na adubação de solo e corrigir possíveis deficiências de micronutrientes (EMATER, 2024).

Por meio de consultas a valores de referência para a interpretação dos resultados de análise foliar descritos no Quadro 1, verificou-se que para alguns nutrientes, as amostras extrapolam os limites da faixa de variação (EMATER, 2024).

De acordo com abordagens descritas na literatura, o fenômeno observado está condicionado aos fatores, que incluem: clima, face de exposição, tipo de solo, disponibilidade de água e nutrientes no solo, interação entre nutrientes no solo e na planta, volume e eficiência do sistema radicular, ataque de pragas e doenças, uso de defensivos ou adubos foliares e práticas de manejo, influenciam a composição mineral dos tecidos vegetais (EMATER, 2024).

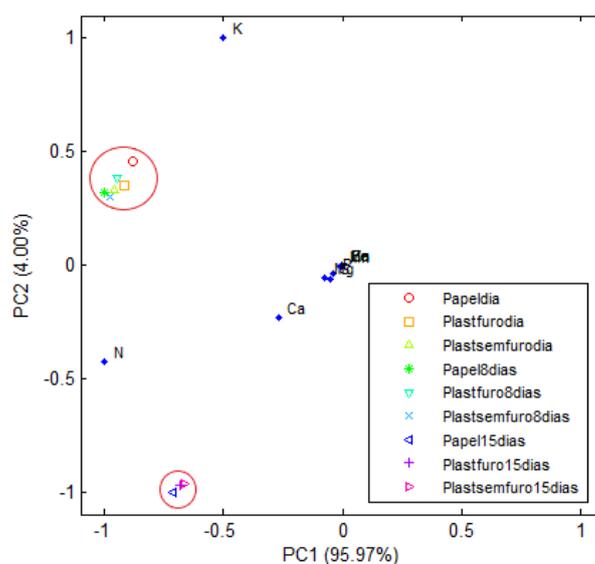
Soma-se ainda o fato de que o teor de nutrientes disponível no solo sofre variação em função da acidez, sendo que a disponibilidade de certo elemento será diferente após uma variação de pH (EMATER, 2024).

### 3.2 Aplicação da análise de PCA e HCA aos dados das amostras

A partir dos dados apresentados e da transformação de unidades de medidas descrita na metodologia, foi aplicado o reconhecimento de dados não-supervisionado (HCA e PCA).

Na Figura 3 são apresentados os resultados da análise de PCA empregada com a finalidade de associar ou diferenciar as embalagens em que as folhas de café foram acondicionadas, bem como evidenciar ou não a similaridade entre as amostras analisadas no laboratório em tempos distintos: dia da coleta, 8º dia após a coleta e 15º dia após a coleta.

**Figura 3** - Gráfico biplot para análise comparativa entre tipos de embalagens e tempos de análise foliar pós-coleta.



Fonte: Autores.

A análise da Figura 3, em que mostra o gráfico de pesos e escores, indicou que as duas primeiras componentes (PC1 e PC2) explicaram juntas 99,97% da variabilidade dos dados, em que 95,97% são explicados pela primeira componente principal (PC1) e 4,00% pela segunda (PC2).

Embora a componente principal 2 retenha uma menor quantidade de informações, verifica-se que, independentemente do tipo de embalagem em que as folhas de café foram acondicionadas, há uma elevada similaridade entre as amostras analisadas no 15º dia após a coleta, o que permite inferir que a influência do tempo após a coleta se sobrepõe à influência do tipo de embalagem. Evidencia-se ainda que essas amostras são diferenciadas das demais amostras principalmente pelo teor de potássio (K).

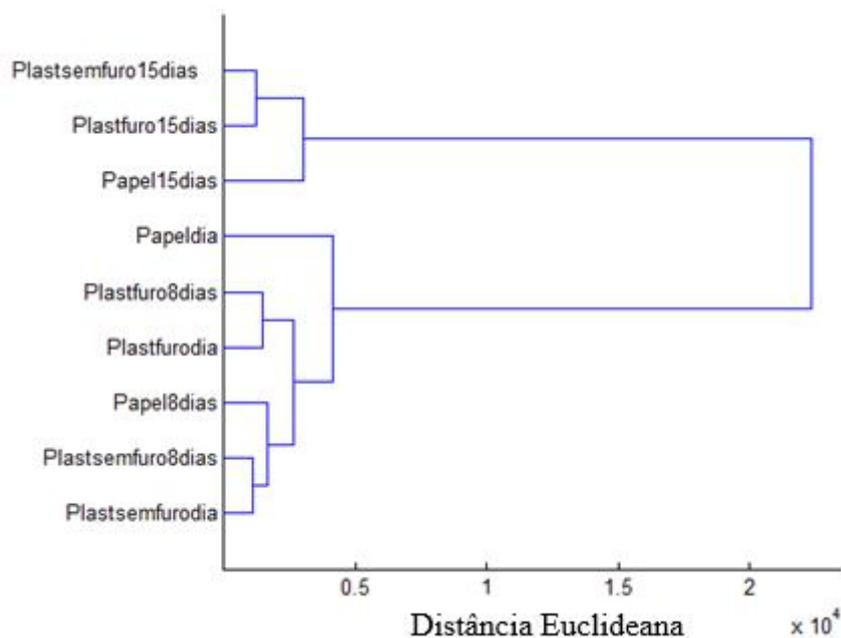
Por outro lado, observa-se uma similaridade das amostras analisadas no dia e no oitavo dia após a coleta, mais uma vez independentemente do tipo de embalagem empregada.

Vale ressaltar a importância destes resultados científicos para aplicações práticas no cotidiano, uma vez que, de acordo com a literatura, os procedimentos metodológicos envolvem o acondicionamento das folhas em sacos de papel, não sendo encontrados relatos na literatura que indicam a possibilidade da utilização de embalagens plásticas, o que muitas vezes é palco de indagações dos cafeicultores que levam as amostras para serem analisadas (COCAPEC, 2021).

Nesse sentido, por meio da pesquisa, fica evidente que as diferentes embalagens utilizadas não conduziram aos resultados distintos. Logo, o acondicionamento pode ser feito em qualquer tipo de embalagem estudada nesta pesquisa.

Na Figura 4 é apresentado o dendrograma proveniente da análise de agrupamentos hierárquicos (HCA).

**Figura 4** - Dendrograma obtido a partir dos resultados de análise foliar.



Fonte: Autores.

A análise do dendrograma (Figura 4) indica muitas tendências observadas no gráfico biplot, uma vez que foi construído a partir dos dados de PCA, levando em consideração 4 componentes principais, que retêm quase 100% dos dados.

Pode-se inferir a existência de dois grupos, em que o primeiro grupo é formado pelas 6 amostras envolvidas pelas três embalagens e que foram analisadas no dia da coleta e no 8º dia após a coleta e o segundo grupo, constituído pelas amostras analisadas no 15º dia após a coleta.

Além de ser possível verificar que o tipo de embalagem não influencia na análise conduzida, pode-se inferir que as amostras devem ficar acondicionadas nas embalagens no máximo até o 8º dia após a coleta.

#### 4. Considerações Finais

Os resultados apresentados neste trabalho permitem responder às indagações relacionadas ao tipo de embalagem que deve ser empregada no acondicionamento de folhas de café para posterior análise em laboratório específico, buscando estreitar a relação entre o desenvolvimento científico e o seu papel na sociedade em que se vive.

Como o projeto teve como objetivo analisar amostras de café, este demonstra pertinência à atividade econômica pertinente ao estado de MG.

Visto que as amostras analisadas no décimo quinta após a coleta, foram distintas das amostras avaliadas no dia da coleta e no oitavo dia após a coleta, esse tempo não poderia ser esperado para seguir com os procedimentos de análise foliar, em que é possível concluir que as amostras poderiam ser analisadas até no máximo no oitavo dia.

Verifica-se a relevância desta pesquisa, pois é ressaltada uma abordagem interdisciplinar na discussão de situações cotidianas, o que poderá contribuir para a promoção da ciência. Por fim, esse tipo de pesquisa também permitiu a associação entre teoria e prática, cujos conhecimentos adquiridos poderão ser repassados à comunidade.

Como perspectivas futuras, espera-se dar continuidade ao trabalho, em que se buscará avaliar os resultados da análise foliar entre o 8º dia após a coleta e o 15º dia após a coleta. Também será realizado um estudo em que será analisada a influência da temperatura de acondicionamento das amostras.

## Agradecimentos

A equipe de pesquisa agradece ao CNPq pela concessão da bolsa de iniciação científica e à DPPG pelo apoio no desenvolvimento do projeto.

## Referências

- Alboleda, C., Arcila, J. & Martínez, R. (1988). Sistema integrado de recomendación y diagnosis: una alternativa para la interpretación de resultados del análisis foliar en café. *Agronomía Colombiana*, 17-30.
- Carneiro, S.M., Oliveira, M. B. P.P. & Alves, R.C. (2021). Neuroprotective properties of coffee: An update. *Trends in Food Science & Technology*, 113, 167-179.
- COCAPEC. (2021). Saiba como coletar corretamente as folhas para análise. <https://cocapec.com.br/noticias/revista-cocapec-saiba-como-coletar-corretamente-as-folhas-para-analise/>. Acesso em: 18 jun. 2024.
- Costa, R. de Q. et al. (2023). Controle do Bicho Mineiro com uso de diferentes doses do inseticida imidacloprid em plantas de café: Sociedade e Ambiente. *Revista Científica*, 4 (3), 12-19. <https://revistasociedadeeambiente.com/index.php/dt/article/view/114>. Acesso em: 27 jun. 2024.
- Crocco, F. L. T., Vilas Boas, L. G., Tonelli, G., Marques, V. H. M. S. (2018). Café, terra e trabalho no município de Nepomuceno-MG. *Revista pegada eletrônica (online)*, 18, 78-100.
- EMATER (2024). Amostragem de folhas. [http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/publicacoes\\_tecnicas/folder\\_amostragem\\_folhas.pdf](http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/publicacoes_tecnicas/folder_amostragem_folhas.pdf). Acesso em: 19 jun. 2024.
- Nepomuceno, A. (1925). Nação Brasileira. 3 (19). <https://www.preparaenem.com/historia-do-brasil/construcao-nacao-brasileira.htm>. Acesso em: 27 jun. 2024.
- Nunes, C. A et al. (2012). Chemoface: a novel free user-friendly interface for chemometrics. *Journal of the Brazilian Chemical Society*. 23 (11). <https://doi.org/10.1590/S0103-50532012005000073>.
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J. & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [e-book]. Ed. UAB/NTE/UFSM. [https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic\\_Computacao\\_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1).
- Prefeitura Municipal de Nepomuceno. (1918). Estatística do município de Nepomuceno.
- REHAGRO CAFÉ (2024). Casca do café: como utilizar como adubo orgânico? Disponível em: <https://rehagro.com.br/blog/casca-de-cafe/#:~:text=A%20casca%20de%20caf%C3%A9%20fornece,participa%C3%A7%C3%A3o%20no%20metabolismo%20das%20plantas>. Acesso em: 19 jun. 2024.
- Silva, S. A. et al. (2024). Avaliação da variabilidade do estudo nutricional e produtividade de café por meio da análise de componentes principal e geostatística. *SciELO Brasil*, 59 (2), 272-277. <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2012000200017>.
- Silva, V.A. (2014). Adulterantes em café (*Coffea arabica L.*) torrado e moído e suas implicações na qualidade físico-química e sensorial da bebida. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos). Programa de Pós-graduação em Ciências dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- Vilas Boas, L. G. (2016). Segurança Alimentar e Relações Capitalistas no Campo e na Cidade: O Exemplo de Nepomuceno – MG. Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora.