

Desenvolvimento de um terreiro suspenso de baixo custo para secagem de café: relato de um protótipo

DEVELOPMENT OF A LOW-COST SUSPENDED COFFEE DRYING TERRACE: REPORT OF A PROTOTYPE

Gustavo Napoleão¹, João Gabriel Naruto Nagai¹, João Gabriel da Silva Caldeira¹, Lucas Nunes Romeiro¹, Nycollas Fedrigo¹, Adriely Cristina Santos Wenneck²

A secagem constitui uma etapa fundamental no pós-colheita do café, sendo necessária a adoção de estruturas que favoreçam a redução adequada da umidade dos grãos e possam ser utilizadas em diferentes sistemas de produção. Nesse contexto, objetivou-se desenvolver e avaliar um protótipo de terreiro suspenso de baixo custo para a secagem de café, construído predominantemente com materiais reutilizados. O protótipo foi desenvolvido no Centro Estadual de Educação Profissional Agrícola de Campo Mourão, Paraná, utilizando estrutura metálica reutilizada, peça de calha de zinco, madeira de eucalipto, ripas de pallet e cobertura plástica transparente. Para avaliação do processo de secagem, foram utilizados aproximadamente 1,0 kg de café arábica, com determinações de massa realizadas diariamente no período do meio-dia e no final da tarde, em triplicata. O acompanhamento foi realizado entre 9 e 18 de junho de 2025, período em que a massa do café apresentou redução progressiva, atingindo 0,371 kg. Ao final do período avaliado, verificou-se redução aparente de 63,0% na massa inicial. A relação entre massa e tempo de exposição apresentou ajuste linear elevado, descrito pela equação $y = -4,0612x + 990,38$, $R^2 = 0,9783$. Os resultados evidenciaram funcionamento satisfatório do protótipo e redução contínua da massa do café durante a exposição à secagem. A utilização de materiais reutilizados associada à configuração suspensa caracteriza uma alternativa de construção simples e de baixo custo, com potencial de aplicação em propriedades de pequena escala.

Palavras-chave: *Coffea arábica*. Pós-colheita. Tecnologia de baixo custo.

Drying is a fundamental stage in post-harvest coffee processing, requiring the use of structures that promote adequate moisture reduction in the beans and can be used in different production systems. In this context, the objective was to develop and evaluate a low-cost suspended terrace prototype for coffee drying, constructed predominantly with reused materials. The prototype was developed at the Centro Estadual de Educação Profissional Agrícola de Campo Mourão, Paraná, Brazil, using a reused metal structure, a zinc gutter section, eucalyptus wood, pallet slats, and a transparent plastic cover. To evaluate the drying process, approximately 1.0 kg of Arabica coffee was used, with mass measurements performed daily at noon and in the late afternoon, in triplicate. Monitoring was conducted from June 9 to 18, 2025, during which the coffee mass showed a progressive reduction, reaching 0.371 kg. At the end of the evaluation period, an apparent reduction of 63.0% in the initial mass was observed. The relationship between mass and exposure time showed a high linear fit, described by the equation $y = -4.0612x + 990.38$, $R^2 = 0.9783$. The results demonstrated satisfactory operation of the prototype and continuous reduction in coffee mass during drying exposure. The use of reused materials combined with the suspended configuration represents a simple and low-cost construction alternative, with potential application on small-scale farms.

Keywords: *Coffea arabica*. Post-harvest. Low-cost technology.

Autor Correspondente:
Nycollas Fedrigo

E-mail: guilherme.woicik@escola.pr.gov.br

Declaração de Interesses:
Os autores certificam que não possuem implicação comercial ou associativa que represente conflito de interesses em relação ao manuscrito.

¹ Centro Estadual de Educação Profissional Agrícola de Campo Mourão, Campo Mourão, Paraná, Brasil.

² Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos (PPGTA), Campo Mourão, Paraná, Brasil.

INTRODUÇÃO

A secagem constitui uma das etapas centrais do processamento pós-colheita do café, pois reduz a água disponível no produto e influencia a estabilidade durante o armazenamento e a preservação de atributos físico-químicos e sensoriais. Estudos recentes mostram que diferentes métodos de secagem podem modificar a composição química, a atividade de água e as características sensoriais do café, reforçando a importância do controle das condições de processamento (COELHO et al., 2024; ABREU et al., 2025).

Entre as alternativas utilizadas por produtores de menor escala estão os terreiros suspensos, nos quais o café permanece afastado do solo e submetido à circulação de ar por diferentes faces da massa. As estruturas suspensas podem apresentar desempenho adequado, embora o resultado dependa da espessura da camada, da ventilação, da radiação solar e das condições meteorológicas durante a secagem (MELO et al., 2024; ASSIS et al., 2024). Em estudo comparando estruturas de secagem, Melo et al. (2024) avaliaram terreiro de concreto e terreiro suspenso, enquanto Assis et al. (2024) demonstraram que a estrutura e a distribuição das camadas podem alterar características físico-químicas e sensoriais do café.

Além da estrutura física, o monitoramento das condições ambientais é importante para compreender a dinâmica da secagem. Dados de temperatura, umidade relativa e condições atmosféricas podem contribuir para explicar diferenças na remoção de água e na qualidade final do produto (JAKKAEW et al., 2024). Trabalhos recentes também evidenciam que a secagem deve ser conduzida até uma condição adequada de umidade, evitando tanto a secagem insuficiente quanto a excessiva (COELHO et al., 2024; ABREU et al., 2025).

A construção de estruturas simples a partir de materiais reaproveitados pode constituir uma estratégia de aprendizagem aplicada e, simultaneamente, uma alternativa tecnológica de interesse para pequenas propriedades. O objetivo deste trabalho foi desenvolver e realizar uma avaliação preliminar de um protótipo de terreiro suspenso com bandeja metálica, utilizando materiais reaproveitados e disponíveis em uma instituição de ensino agrícola.

MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto foi desenvolvido durante o ano agrícola de 2024/2025 no Centro Estadual de Educação Profissional Agrícola de Campo Mourão (CEEPA), localizado na BR 158, km 6, estrada para Roncador, Vila Guarujá, Campo Mourão, Paraná, Brasil. A instituição encontra-se aproximadamente nas coordenadas 24°02'38" S e 52°22'40" W, a 630 m de altitude.

O protótipo foi desenvolvido com materiais reaproveitados disponíveis na instituição. A estrutura principal foi constituída por uma armação metálica proveniente de uma carteira escolar, com aproximadamente 0,71 m de altura e 0,64 m de comprimento. Sobre a armação foi fixada uma bandeja de zinco proveniente de uma calha, com 0,27 m de largura e 0,60 m de comprimento, apresentando bordas elevadas de aproximadamente 0,03 m.

A sustentação foi realizada com seis palanques de eucalipto, sendo dois com 1,40 m e quatro com 1,20 m de comprimento, associados a cinco ripas de pallet reaproveitadas, com 1,20 m cada. A cobertura foi confeccionada com lona plástica transparente, com 1,60 m de largura e 1,95 m de comprimento. Arame e pregos foram empregados na fixação dos componentes.

O protótipo foi instalado em área externa, em posição que permitisse incidência solar ao longo do dia, e protegido por cobertura parcial de lona transparente. A configuração elevada da bandeja permitiu manter o café afastado do solo e submetê-lo à exposição solar durante o processo de secagem.

A avaliação foi realizada utilizando café arábica (aproximadamente 1 kg por amostra) colhido no local de desenvolvimento do projeto, apresentando padrão de maturação cereja, apto para colheita. O café foi distribuído sobre a superfície metálica do protótipo e submetido à secagem solar. As avaliações de massa foram realizadas diariamente em dois horários, aproximadamente ao meio-dia e no final da tarde. Cada avaliação foi realizada em triplicata, utilizando-se pesagens independentes do material.

Para a pesagem, o café foi acondicionado temporariamente em recipiente de papel kraft e determinado em balança. Após a pesagem, o material foi novamente distribuído sobre a bandeja. O acompanhamento teve início em 9 de junho de 2025 e prosseguiu durante o período de secagem.

A redução de massa foi calculada pela diferença entre a massa inicial e a massa observada em cada avaliação. Para caracterizar a tendência temporal, foi ajustado modelo de regressão linear entre a massa registrada e o tempo de exposição. O coeficiente de determinação (R^2) foi utilizado como indicador do ajuste do modelo aos dados observados.

RESULTADOS OPERACIONAIS E DISCUSSÃO

O protótipo apresentou redução progressiva da massa do café ao longo do período de exposição, comportamento esperado durante a secagem de produtos agrícolas. A massa inicial de 1,004 kg foi reduzida para 0,371 kg, correspondendo a uma redução de 63,0% da massa inicial. A tendência observada demonstra que a estrutura permitiu a ocorrência de remoção de massa durante a exposição solar.

A curva de massa em função do tempo apresentou ajuste linear elevado, com a equação $y = -4,0612x + 990,38$ e $R^2 = 0,9783$, conforme Figura 1. O coeficiente angular indica redução média da massa ao longo do período representado pela equação, enquanto o elevado R^2 demonstra forte associação entre o tempo de exposição e a massa registrada nas condições avaliadas. Para o presente relato, esse resultado é utilizado como indicador do comportamento temporal da massa, não como estimativa universal da taxa de secagem do café.

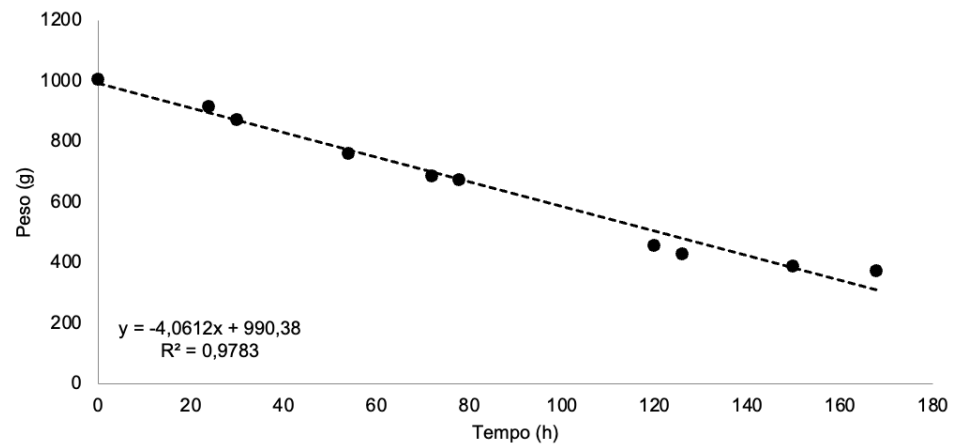


Figura 1. Perda de peso em relação ao tempo de secagem

O comportamento observado é compatível com o princípio físico da secagem, no qual a água presente no produto é transferida para o ambiente em função do gradiente de pressão de vapor e das condições de temperatura, umidade relativa e circulação do ar. Em sistemas de secagem solar, essas condições variam ao longo do dia e entre dias consecutivos, influenciando a velocidade de remoção de água (JAKKA EW et al., 2024).

A configuração suspensa empregada no protótipo também está de acordo com estudos recentes que investigaram diferentes estruturas para secagem de café. Melo et al. (2024) avaliaram café submetido à secagem em diferentes condições, incluindo terreiro suspenso, e verificaram que o sistema de secagem pode influenciar parâmetros de qualidade do produto. Assis et al. (2024), por sua vez, demonstraram que características do terreiro suspenso, como a espessura da camada de café, podem modificar o processo de secagem e atributos físico-químicos e sensoriais.

Os resultados do presente trabalho reforçam, portanto, o potencial de estruturas suspensas como alternativa para secagem solar, particularmente quando associadas a materiais de baixo custo. A utilização de uma bandeja metálica elevada permite uma solução construtiva simples, enquanto a cobertura transparente pode favorecer o aproveitamento da radiação solar e proporcionar proteção física durante o processo. Coelho et al. (2024) e Abreu et al. (2025) demonstraram a importância de combinar parâmetros de secagem com avaliações físico-químicas e sensoriais para caracterizar adequadamente a qualidade do café.

O protótipo desenvolvido apresenta potencial para novas avaliações, especialmente com a incorporação de sensores de temperatura e umidade e a determinação periódica do teor de água. A integração entre monitoramento ambiental e características do produto constitui uma abordagem promissora para aprimorar o acompanhamento da secagem (JAKKA EW et al., 2024).

Além do desempenho observado na redução de massa, a experiência apresenta relevância tecnológica e educacional. A construção a partir de materiais reaproveitados demonstra a possibilidade de desenvolver soluções funcionais com recursos disponíveis localmente, permitindo a adaptação da estrutura às necessidades da propriedade ou da unidade de ensino. Dessa maneira, o protótipo associa inovação de baixo custo, aproveitamento de materiais e aplicação prática de conhecimentos relacionados à pós-colheita do café.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estrutura desenvolvida, construída com materiais reaproveitados, constitui uma alternativa simples e de baixo custo para o desenvolvimento de tecnologias aplicadas à secagem de café, apresentando potencial de utilização em propriedades de pequena escala e em atividades de ensino agrícola. A continuidade do projeto poderá incorporar monitoramento de temperatura, umidade relativa e teor de água do café, permitindo ampliar a caracterização do processo e do desempenho da estrutura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, D. J. M.; LORENÇO, M. S.; MACHADO, G. G. L.; SILVA, J. M.; AZEVEDO, E. C.; CARVALHO, E. E. N. Influence of drying methods on the post-harvest quality of coffee: effects on physicochemical, sensory, and microbiological composition. **Foods**, v. 14, n. 9, 1463, 2025. DOI: 10.3390/foods14091463.
- ASSIS, J. F. de; MELO, B. M. R. de; FERREIRA, S. Quality of coffee dried on suspended terrace with different layers. **Revista Agrogeoambiental**, v. 16, e20241859, 2024. DOI: 10.18406/2316-1817v16nunico20241859.
- COELHO, E. G.; BERTARINI, P. L. L.; GOMES, M. S.; AMARAL, L. R.; ZOTARELLI, M. F.; SANTOS, L. D.; SANTANA, R. C. Physicochemical and sensory properties of Arabica coffee beans of Arara cv. dried using different methods. **Foods**, v. 13, n. 5, 642, 2024. DOI: 10.3390/foods13050642.
- JAKKAEW, P.; YINGCHUTRAKUL, Y.; AUNSRI, N. A data-driven approach to improve coffee drying: combining environmental sensors and chemical analysis. **PLOS ONE**, v. 19, n. 2, e0296526, 2024. DOI: 10.1371/journal.pone.0296526.
- MELO, B. M. R. de; FERREIRA, S.; SANTOS, T. M. dos; LEME, R. de L. S.; SOUZA, V. M.; KLOSS, R. B. Coffee bean quality evaluation under three drying conditions: static, concrete terrace, and suspended terrace drying. **Food Science and Technology**, v. 44, 2024. DOI: 10.5327/fst.00403.

Recebido: 17 de setembro de 2026
Versão Final: 18 de setembro de 2026
Aprovado: 18 de setembro de 2026



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.