



Secagem de mamão formosa – análise da temperatura de secagem e da geometria das amostras no tempo de secagem e na estrutura do produto final

Palavras-Chave: Mamão-Formosa, Secagem, Ayurveda

Autores:

Juliana Rodrigues Visconde (aluna de Engenharia de Produção) (FCA/UNICAMP)

Prof.^a Dr.^a Kelly Hofsetz (Orientadora) (FCA/UNICAMP)

Dr. Diego Tresinari dos Santos (Coorientador) (Grupo de Estudos, Pesquisa e Extensão em Plantas Medicinais, Alimentos e Nutrição segundo o Ayurveda)

INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor de mamão no mundo, com 1,25 milhões de toneladas de produção da fruta, ficando atrás somente da Índia (1^a no ranking, com 5,54 milhões de toneladas) (FAO, 2021), sendo cerca de 96% da produção destinada para o mercado interno, principalmente para o consumo da fruta *in natura*. Entretanto, esse é um fruto altamente perecível e apenas as perdas no campo, transporte e armazenamento podem chegar a 40% (EMBRAPA, 2022). Dessa forma, a produção de mamão desidratado é uma alternativa para aumentar a vida de prateleira do produto e reduzir as perdas das safra. Adicionalmente, o mamão é uma fruta de extrema importância para a alimentação Ayurveda, pois apresenta um elevado valor nutricional e benefícios para a saúde, sendo indicado para tratar distúrbios estomacais, doenças de pele, malária e dengue, apresentando ainda atividades anticancerígenas para câncer colorretal, de próstata, cervical e de mama (Wadekar et al., 2021).

Este trabalho estudou o processo de secagem convencional a ar quente em amostras de mamão formosa de forma a verificar como a temperatura de secagem e a geometria das amostras influenciam nas propriedades físicas do produto final. É importante destacar que os resultados deste trabalho irão contribuir para as pesquisas realizadas pelo Centro de Estudos Ayurvédicos (Nutrição, Alimentação Saudável e Ayurveda) do Grupo de Estudos, Pesquisa e Extensão em Plantas Medicinais, Alimentos e Nutrição segundo o Ayurveda (Santos, 2021).

OBJETIVOS

O principal objetivo desse projeto foi estudar o processo de secagem convencional a ar quente em amostras de mamão formosa de forma a verificar qual temperatura de secagem e geometria de amostra fornecem um produto com umidade final mais próxima aos 25% (base úmida), teor de água aproximado de frutas passas comerciais (ANVISA, 2005).

Os dados correspondem a duas fases de experimentos: a primeira com diferentes temperaturas e geometrias das amostras. Já a segunda fase corresponde à repetição da condição de secagem que resultou na umidade final mais próxima aos 25% (base úmida). Durante os ensaios, determinou-se o conteúdo de sólidos solúveis das amostras frescas (°Brix), o conteúdo de umidade das amostras (frescas, ao longo da secagem e das amostras finais desidratadas) e foi realizada a análise das

mudanças estruturais das amostras por análise de encolhimento e microscopia ótica (para as amostras frescas, ao longo da secagem e para as amostras finais desidratadas).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados dos experimentos realizados na primeira rodada, usada para determinar a condição que resultou na umidade final mais próxima aos 25% (base úmida). Todos os experimentos foram realizados com um tempo total de 6 horas de secagem. A Figura 1 ilustra a dependência da razão do conteúdo de umidade reduzida (MR) com o tempo de secagem.

Tabela 1. Condições dos ensaios e resultados obtidos

| Ensaio de Secagem | Condições Ambiente | | Condições Experimentais dos Ensaios | | | Resultados Experimentais | | |
|-------------------|--------------------|---------|-------------------------------------|------------------------|---------|--------------------------|------------------------------|---------------------------|
| | T (°C) | UR* (%) | Temperatura do ar de secagem (°C) | Geometria das Amostras | UR* (%) | Sb** Final (%) | Umidade inicial (bu) (%) *** | Umidade final (bu) (%) ** |
| 1 | 24,0 | 69 | 70 | Cubo de 1cm | 6,6 | 12,92 | 84,53± 0,30 | 44,32± 0,70 |
| 2 | 24,3 | 79 | 70 | Cubo de 2cm | 7,7 | 67,17 | 87,80±0,14 | 80,97 ± 0,43 |
| 3 | 29,2 | 72 | 70 | 2cmx1cmx 0,4cm | 9,4 | 13,82 | 86,37±0,23 | 17,00 ± 0,23 |
| 4 | 24,9 | 88 | 60 | Cubo de 1cm | 13,9 | 39,12 | 86,42±0,15 | 74,69 ± 1,55 |
| 5 | 24,8 | 86 | 60 | Cubo de 2cm | 13,5 | 80,22 | 87,43± 0,20 | 84,76 ± 0,89 |
| 6 | 24,7 | 90 | 60 | 2cmx1cmx 0,4cm | 14,1 | 22,57 | 85,58± 0,06 | 61,31 ± 2,57 |

*UR = Umidade Relativa; **Sb = Encolhimento; *** bu = base úmida

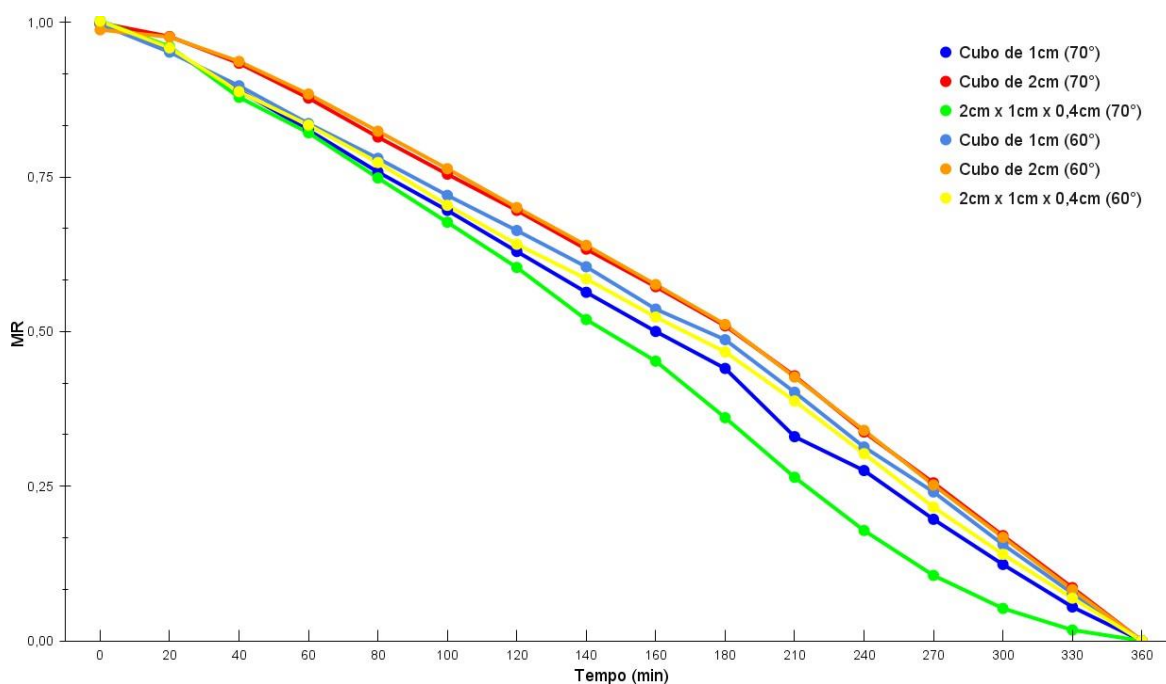


Figura 1. Razão do conteúdo de umidade experimental (MR) versus tempo de secagem.

A partir da Figura 1, pode-se observar que os experimentos mostraram um comportamento próximo ao típico de secagem visto na literatura. A queda do conteúdo de umidade deveria ter sido mais rápida no início e lenta somente ao final do processo, formando um gráfico que se assemelha a uma exponencial. Entretanto, nesse caso, mesmo nos estágios iniciais a secagem foi um pouco lenta, o que pode ter acontecido devido à formação precoce de uma fina “casca” ao redor da amostra, a qual permaneceu até o final da secagem, dificultando a remoção da umidade. Um maior tempo de secagem poderia ter levado ao comportamento mais típico, como observado nos estudos de secagem de mamão sem pré-tratamento (LIMA et al,2017; Pereira et al., 2018) nos quais o tempo de secagem foi consideravelmente maior, sendo de 8 a 10 horas. Pela Tabela 1 ainda é possível observar que o maior encolhimento chegou a 12,92% (ensaio 1) à 70°C; ademais, a diferença no encolhimento final dos ensaios 1 e 3 foi muito próxima, com somente 0,9% de diferença. Já para os experimentos conduzidos a 60°C, a maior redução de volume foi para o ensaio 6 (22,57%).

Com essa primeira parte dos experimentos concluída, verificou-se que a temperatura de secagem e geometria de amostra que forneceram um produto com umidade final mais próxima aos 25% (base úmida) foi o ensaio 3, realizado a 70°C e geometria retangular 2cmx1cmx0,4cm. Sendo assim, essa foi a condição escolhida para ser repetida de forma a analisar o conteúdo de umidade e a estrutura das amostras, através de um processamento de imagem e medidas de volume aparente, com coleta de amostras em tempos de secagem pré-definidos: 0 hora (amostra fresca), 1 hora, 2 horas, 3 horas, 4 horas, 5 horas e 6 horas de secagem.

Estrutura e encolhimento da condição com umidade final mais próxima aos 25% (bu): 70°C e geometria 2cmx1cmx0,4cm

A Tabela 2 evidencia os resultados de encolhimento apresentados para a condição escolhida de forma a analisar as características e estrutura em diferentes tempos de secagem. Em conjunto, as fotos tiradas no microscópio ao final de cada tempo de amostragem estão apresentadas na Figura 2.

Tabela 2. Resultados obtidos para 70°C e geometria 2cmx1cmx0,4cm.

| Tempo de Secagem (min) | Umidade Inicial (bu) * | Umidade Final (bu)* | Encolhimento (Sb) (%) |
|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| 0 | 84,69±0,82 | 84,69±0,82 | 100,00 |
| 60 | 84,75±0,10 | 80,83±0,28 | 77,84 |
| 120 | 84,75±0,10 | 74,43±0,85 | 51,91 |
| 180 | 86,37±0,01 | 56,22±3,98 | 25,87 |
| 240 | 84,63±0,05 | 14,31±2,09 | 18,08 |
| 300 | 83,92±0,18 | 4,84± 0,49 | 11,33 |
| 360 | 84,51±0,08 | 1,39±0,53 | 13,14 |

* bu = base úmida

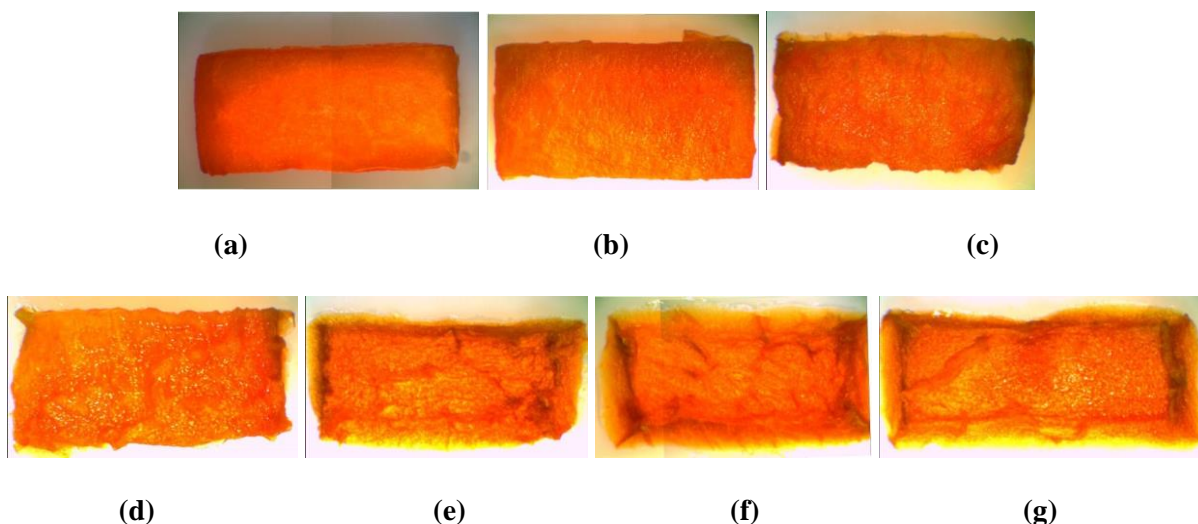


Figura 2. Fotos do mamão no microscópio para 70°C e geometria 2cm x 1cm x 0,4cm. (a) amostra fresca; (b) 1 hora de secagem; (c) 2 horas de secagem; (d) 3 horas de secagem; (e) 4 horas de secagem; (f) 5 horas de secagem; (g) 6 horas de secagem.

Contemplada as imagens tiradas pelo microscópio (Figura 2), observou-se que o avanço do tempo de secagem foi acompanhado por um encolhimento progressivo da parte interna das amostras (Figuras 2d-2g), sendo mais acentuado até a 4ª hora de secagem (Figura 2e), observou-se a formação de uma fina “casca” ao redor das amostras que cria uma maior resistência à saída da água, permanecendo assim até o final da secagem .

CONCLUSÕES

As cinéticas de secagem dos experimentos realizados neste trabalho se apresentaram com um aspecto similar às curvas típicas de secagem, porém seria importante reproduzir os ensaios com tempos de secagem maiores, similares aos encontrados na literatura, a fim de melhor verificar melhor os estágios iniciais da secagem.

A condição com umidade final próxima à 25% (bu) obtida através da análise dos dados coletados foi 70°C e geometria da amostra de 2cmx1cmx0,4cm. Sendo assim, essa condição foi repetida de forma a analisar as características estruturais das amostras coletadas em diferentes tempos de secagem (0-1-2-3-4-5-6 horas). Os resultados de encolhimento e análise de imagem mostraram-se de acordo com os padrões de comportamento encontrados na literatura para a secagem de mamão formosa, quando observou-se que o avanço do tempo de secagem foi acompanhado por um encolhimento progressivo da parte interna das amostras, sendo mais acentuado até a 4ª hora de secagem, quando observou-se a formação de uma fina “casca” ao redor das amostras que permaneceu até o final da secagem, dificultando a saída da água nos estágios finais de secagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005.** Disponível em <
<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/resolucao-rdc-no-272-de-22-de-setembro-de-2005.pdf/view>>. Acesso em Abril de 2022.

AOAC. **Official methods of analysis**. In 14th Associations of Analytical Chemists, Washington, D.C, USA, 1997.

EMBRAPA. **Mamão**. Disponível em <<https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/mamao>>. Acesso em Abril de 2022.

FAO. Food and Agriculture Organization. **Faostat: food and agriculture data – production of papayas in 2021**. Disponível em <https://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity>. Acesso em Julho de 2023.

FERREIRA, J.P.L; CASTRO, D.S.; MOREIRA, I.S.; SILVA, W.P.; FIGUEIREDO, R.M.F.; QUEIROZ, A.J.M. Convective drying kinetics of osmotically pretreated papaya cubes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 24(3): 200-208, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n3p200-208>

LIMA, R. C. F; Peixoto, E. Z. H ; Saraiva, S.H.; "Cinética de secagem do mamão formosa em secador de leito fixo", p. 90-94 . In: . São Paulo: Blucher, 2017.

LOZANO, J.E.; ROTSTEIN, E.; URBICAIN, M.J. Total porosity and open-pore porosity in the drying of fruits. **Journal of Food Science**, 45: 1403-1407, 1980.

PEREIRA, J.C.A.; SILVA, R.C.; ARAÚJO, K.T.A.; GOMES, J.P.; SILVA, W.P. Cinética de secagem de diferentes frutas comuns em feiras orgânicas. **Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia (CONTECC)**, 2018. Disponível em <https://www.confea.org.br/sites/default/files/antigos/contecc2018/agronomia/64_cdsddfcefo.pdf>. Acesso em Abril de 2022.

ROSHAN, A.; VERMA, N.K.; GUPTA, A. A Brief Study on *Carica Papaya*- A Review. **International Journal of Current Trends in Pharmaceutical Research**, 2(4): 541-550, 2014. ISSN: 2321-3760. Disponível em <https://www.researchgate.net/profile/Navneet-Verma/publication/307904829_A_Brief_Study_on_Carica_Papaya_a_A_Review/links/57d1283608ae601b39a19969/A-Brief-Study-on-Carica-Papaya-A-Review.pdf>. Acesso em Abril de 2022.

SANTOS, D.T. **Grupo de Estudos, Pesquisa e Extensão em Plantas Medicinais, Alimentos e Nutrição segundo o Ayurveda**. Disponível em <<http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/2457111484854794#recursosHumanos>>. 2021.

SILVA JR., E.V. Secagem de mamão assistida de ultrassom e vácuo. **Dissertação (Mestrado)** – Universidade Federal de Pernambuco, CCS. Programa de Pós-Graduação em Nutrição. 2018.

WADEKAR, A.B.; NIMBALWAR, M.G.; PANCHALE, W.A.; GUDALWAR, B.R.; MANWAR, J.V.; BAKAL, R.L. 2021. Morphology, phytochemistry and pharmacological aspects of *Carica papaya*, an review. **GSC Biological and Pharmaceutical Sciences**, 14(03): 234-248, 2021. <https://doi.org/10.30574/gscbps.2021.14.3.0073>

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o auxílio da bolsa de Iniciação Científica CNPq-PIBITI (Quota 2022-2023) dos Programas de Iniciação Científica e Tecnológica da UNICAMP.