Anais do I WENDEQ - Trabalho Completo
I Web Encontro Nacional de Engenharia Química
Evento Online - 05 a 09 de julho de 2021

ESTUDO DAS CONDIÇÕES DE SECAGEM DO FRUTO SAPOTI (*Manilkara zapota*) EM LEITO DE ESPUMA

Thiago Sousa e Sousa[1], Audirene Amorim Santana[2], Harvey Alexander Villa Vélez[2]
[1]Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Brasil (ts.sousa@ufu.br)
[2]Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Brasil

O Sapoti (*Manilkara zapota*) é uma fruta típica do estado do Maranhão muito utilizado na culinária maranhense. A fim de maximizar o tempo de vida de prateleira, foi proposto um estudo de secagem em leito de espuma nas temperaturas 40 a 70 °C com velocidade de ar a 1,1 m/s. O melhor ajuste obtido foi o modelo de Midilli com R^2 superior a 0,99 e erro relativo médio menor que 16%. O coeficiente de difusividade efetiva variou de $3{,}087\times10^{-9}$ a $7{,}997\times10^{-9}$ $m^2\cdot s^{-1}$.

Palavras-chave: Sapoti; Secagem; Leito de espuma; Modelos empíricos; Difusividade

INTRODUÇÃO

O Sapoti (*Manilkara zapota*), fruta com origem no sul do México e da América Central, desenvolveu notória adaptabilidade no Brasil, principalmente na região nordeste. Em decorrência de seus benefícios nutricionais e suas características sensoriais muito agradáveis é bastante consumido. No estado do Maranhão é utilizado em várias preparações como doces, sorvetes, geleias, pasta e também consumido *in natura* conforme aponta os estudos de Da Silva Junior *et al.* (2014).

Em decorrência da alta atividade de água, o tempo de prateleira do Sapoti é bastante curto, o qual varia de 6 a 9 dias a 25° C, de acordo com Shinwari e Rao (2020). A atividade de água é um termo utilizado para designar o quanto de água está disponível nos alimentos para que os microrganismos possam realizar suas reações biológicas. De maneira geral, quanto maior a atividade de água menor é o tempo de prateleira de um alimento. Portanto, alguns processos são aplicados nos alimentos com o objetivo de redução da atividade de água para se alcançar um tempo de prateleira mais prolongado. A secagem é um dos processos mais comumente utilizado para esse objetivo, o qual se baseia na transmissão simultânea de calor e massa (Guiné, 2008).

Os alimentos que passam pelo processo de secagem apresentam diferenças físico-químicas, microbiológicas e nutricionais do produto fresco. Diferentes técnicas de secagem podem ser aplicadas, contudo a secagem por espuma é frequentemente utilizada em produtos sensíveis ao calor, com viscosidade considerável e alto índice de açúcar, tais como as frutas. De maneira geral, uma camada de secagem por espuma é três vezes mais rápida que uma camada de liquido, e esse método é considerado relativamente simples e barato (Baptestini *et al.*, 2015; fellows, 2018).

Na secagem de um material sólido em contato com gás a uma determinada temperatura e umidade, normalmente há um comportamento que pode ser tomado como padrão a partir do qual elabora-se um gráfico de umidade em função do tempo durante o processo de secagem e obtém-se para diversos materiais uma curva de secagem que apresenta geralmente duas etapas principais: uma taxa de secagem constante e outra, decrescente (Camargo, 2005).

Diversas pesquisas vêm sendo realizadas na área de secagem com o intuito de descrever a transferência de umidade do interior do sólido até a superfície e o mecanismo de transferência (interno ou externo) que controla o processo. Porém, na literatura são poucos os trabalhos que estudaram a modelagem visando o controle do processo, o que em geral limita tais pesquisas ao campo acadêmico e científico, não havendo aproximação com a aplicação industrial. Em processos de secagem, o conhecimento e controle de variáveis como a temperatura, a umidade relativa, a velocidade do ar e o conteúdo de umidade do sólido, são indispensáveis para garantir a qualidade do produto, além de ganhos em economia de energia (Silva *et al.*, 2004).

O processo de secagem de um produto, sob condições constantes de temperatura, umidade relativa e velocidade do ar, pode ser dividido em um período de velocidade constante e outro de velocidade decrescente. Durante o período de velocidade constante a temperatura do produto se mantém igual à do ar de secagem saturado e as transferências de calor e massa se compensam, ou seja, o ar recupera, sob a forma de vapor, o que perdeu sob a forma de calor. No período de velocidade decrescente de secagem, a taxa de transporte interno de água é menor do que a taxa de

evaporação; desta forma a transferência de calor do ar para o produto não é compensada pela transferência do vapor de água e, consequentemente, a temperatura do grão aumenta, tendendo a atingir a temperatura do ar de secagem (Silva *et al.*, 2008)

Durante o período de velocidade de secagem decrescente a superfície do sólido vai ficando cada vez mais seca e quente, sendo a secagem efetuada a partir de pontos dispersos na superfície onde a água ou o vapor vão chegando com velocidades variáveis (Azevedo; Alves, 2013).

Os métodos mais comumente usados para analisar a secagem de produtos biológicos no período de taxa decrescente são o empírico e o teórico. O método empírico consiste em formar grupos físicos adimensionais que podem ser facilmente investigados por experimentos de laboratório e baseia-se nas condições externas, como temperatura, umidade e velocidade do ar de secagem. Entretanto, não fornece indicação sobre o transporte de energia e de água no interior dos produtos. Os métodos teóricos usados para descrever o processo de secagem são baseados em leis físicas que tentam explicar o mecanismo de transferência de água (Kar *et al*., 2009).

Os modelos empíricos de secagem em camada delgada seriam aqueles que concorreriam para que houvesse harmonia entre a teoria e a facilidade de uso. A secagem em camada delgada refere-se ao processo no qual o material a ser seco está inteiramente exposto ao ar que se move através dele; utiliza-se a Lei de Newton para representar a taxa de variação da temperatura de um corpo circundado por um fluido à temperatura constante (Hall, 2006).

De maneira geral, os modelos empíricos e semiempíricos mais utilizados para as análises e descrição de cinéticas de secagem são: Weibull, Peleg, Henderson-Pabis, Lewis e Aproximação por difusão (Silva, 2013).

Diante do exposto, o presente trabalho tem por objetivo aplicar o processo de secagem em camada de espuma na fruta Sapoti (*Manilkara zapota*) como uma solução para redução da atividade de água para prolongação do tempo de prateleira.

MATERIAL E MÉTODOS

As polpas foram preparadas a partir de sapotis maduros (*Manilkara zapota*) adquiridos no Mercado Central, comércio local de São Luís (MA). Para os testes de formulação do material estrutural foram utilizados amido de milho (Unilever, Guarulhos, Brasil), isolado proteico de soro de leite (Alibr, Campinas, São Paulo) e clara de ovos adquiridos também em comércio local.

Aplicando a metodologia adaptada de Sousa e Vélez (2018) preparou-se o extrato do sapoti seguindo as seguintes etapas: os frutos foram lavados e higienizados em água corrente, descascados e cortados em pedaços. Em seguida, as sementes foram removidas. A polpa foi colocada em sacos plásticos herméticos e limpos e depois congelada. Depois de congeladas, retirou-se as polpas do freezer e deixou-as por 24 horas na geladeira. Por fim, o extrato foi finalizado batendo-se em um liquidificador a mistura da polpa com água na proporção de 2:1 até que se alcançasse a homogeneidade. O extrato fora armazenado em um freezer e posteriormente descongelado sob refrigeração um dia antes de sua utilização.

Foram preparadas, inicialmente, as proporções de 10%, 20%, 30% e 50% de amido milho em albumina. Para isso, pesou-se em uma balança semi-analítica (modelo UX620H, Shimadzu, Japão), a albumina, a qual fora transferida para um refratário plástico. Em sequência bateu-se manualmente, com um batedor de aço inox, a clara de ovo até ela adquirisse uma consistência espumosa, esbranquiçada e firme, popularmente conhecida como ponto de neve. Logo após o ponto de neve ter sido atingido acrescentou-se o amido de milho que fora pesado em uma balança analítica, nas devidas proporções supracitada. Após o amido de milho ter sido misturado transferiu-se a mistura do refratário de plástico para uma bandeja metálica e em seguida mediu-se a altura de cada espuma na bandeja de metal. Para o isolado de proteína de leite foram usadas três proporções: 10%, 30% e 50%. A preparação da espuma foi realizada repetindo-se os passos executados para a amostra de amido de milho e albumina. Depois preparadas, as amostras foram levadas para uma estufa e permaneceram por 24 horas a 60°C.

Para essa preparação, inicialmente, pesaram-se as claras de ovos, em seguida o amido de milho respeitando a proporção 10:1 de claras de ovo e de amido milho respectivamente. Logo depois, pesou-se o extrato respeitando a proporção de 1:1, ou seja, um de amido de milho e clara de ovo e um de extrato de sapoti.

Após a pesagem, as claras foram batidas com um mixer (Oster, modelo FPSTHB2600W, Hacienda de Santa Mónica, México) por 5 minutos. Passado esse tempo, foi adicionado o amido de milho e bateu-se com o mixer por mais três minutos. Em seguida, adicionou-se o extrato de sapoti e a mistura foi batida no mixer novamente por mais três minutos.

A seguir, a espuma com o extrato de sapoti foi disposta em quatro bandejas de alumínio, as quais foram devidamente pesadas.

Para a cinética de secagem, utilizou-se a metodologia de Silva *et al.* (2008) com adaptações. Inicialmente, ligou-se o desidratador comercial (Pardal, modelo PE_{14}) na temperatura desejada uma hora antes dos experimentos, nela fora instalada um termo-higrômetro (Inconterm, modelo 7664.01.0.00). O

material fora disposto em quatro bandejas, contendo 20 gramas de extrato e espuma em cada uma, com altura média de 1,5 cm, a qual fora medida utilizando um paquímetro (Vis, Varsovia, Polônia).

Após as pesagens, foi determinada a umidade final, onde as amostras foram colocadas em estufa a 105°C por 24 horas, sendo repetido o mesmo processo para todas as temperaturas segundo a metodologia de Silva *et al*. (2017).

O cálculo da umidade é expresso em fração de massa, como mostra a Equação 1 a seguir.

$$\omega = \frac{m_i - m_f}{m_i} \times 100 \quad (1)$$

Em que, ω é a porcentagem de umidade; m_i é a massa inicial do material e m_f é a massa final do material seco.

Os modelos cinéticos de Weibull, Peleg, Henderson-Pabis, Lewis, Page, Wang-Sing, Logarítmico, Midilli e Aproximação por Difusão foram utilizados para modelar e simular o comportamento das cinéticas de secagem do sapoti nos diferentes níveis de temperatura.

Para o cálculo da difusividade, foi utilizada a Equação 2, baseada na Lei de Fick. Realizou-se análise de regressão não linear. A solução analítica da Equação 2 apresenta-se na forma de uma série infinita e, portanto, o número finito de termos (n) no truncamento pode determinar a precisão dos resultados (MARTINAZZO et al., 2007).

$$RU = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \exp\left[-(2n+1)^2 \pi^2 D_{ef} \frac{t}{4L^2} \right] (2)$$

Em que L é a espessura da camada de espuma em cm e RU é a razão de umidade do produto (adimensional).

O grau de ajuste dos modelos aos dados experimentais foi avaliado em função da magnitude do coeficiente de determinação ajustado (R^2) e do erro médio estimado (MRE), segundo a Equação 3 abaixo.

$$MRE = \frac{100}{N} \sum_{i=1}^{N} \frac{X_i - X_i^*}{X_i} \quad (3)$$

Em que, X_i é o valor observado experimentalmente; X_i* é o valor calculado pelo modelo e, N é o número de valores medidos.

A composição química do produto seco foi medida utilizando os métodos padrões de análise para produtos de frutas e hortaliças, segundo a AOAC, (2006).

As proteínas foram quantificadas pela digestão de Kjeldahl (Método 930.02), os lipídeos foram analisados por extração continua em um aparelho tipo Soxhlet (Método 920.39), as cinzas foram determinadas pela incineração em uma mufla a 550°C, e o teor de umidade foi avaliado por análise gravimétrica em forno situado a 105°C (Método 966.02).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados experimentais do conteúdo de umidade em base seca em função do tempo e da temperatura para espuma do Sapoti podem ser observados na Figura 1.

É possível observar que a umidade decresce com p decorrer do tempo conforme esperado. A redução de massa para as temperaturas de 40, 50, 60 e 70°C foi respectivamente de 79,3%, 78,8%, 84,1% e 80,3%. Esse comportamento foi observado por Silva *et al*. (2017) no estudo da cinética de secagem da polpa do babaçu.

Também na Figura 1 é possível observar a mudança de coloração após a secagem da polpa do sapoti em leito de espuma, comportamento esperado conforme mostram os estudos de Bastos *et al*. (2005) para a secagem de polpa de manga Tommy em leito de espuma.

Dos modelos cinéticos testados, o que melhor se adequou à secagem de Sapoti em leito de espuma foi o de Midilli, representado pela Equação 4.

$$X_{ec} = X_e + (X_0 - X_e) \times \left(a \times e^{-kt^n} + bt \right) \quad (4)$$

Em que X_{ec} é o teor de umidade em base seca (g/g); X_e é o teor de umidade de equilíbrio em base seca (g/g); X_o é o teor de umidade inicial em base seca (g/g); t é o tempo de secagem (s); k é o coeficiente de secagem (s^{-1}) e a, b, e, n são constantes dos modelos.

A Tabela 1 mostra os dados estatísticos para o ajuste do modelo que melhor representou o comportamento cinético. Resultados semelhantes foram encontrados nos estudos de Maciel *et al*. (2017) para as secagem de leito de espuma de polpa de goiaba. Azizpour *et al*. (2013) e Silva *et al*. (2008) chegaram ao mesmo modelo para secagem de camarão em camada de espuma e polpa de tamarindo respectivamente. Nota-se que o modelo de Midilli é um dos que melhor se ajustam à cinética de secagem de alimentos.

Tabela 1. Dados estatístico do modelo ajustado

Modelo	MRE (%)			
	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C
	9,63	12,55	14,43	17,35
Midilli et al.	R^2			
	0,9981	0,9980	0,9981	0,9976

Os valores dos parâmetros do modelo são mostrados na Tabela 2.

Na Figura 2 é possível observar os valores das cinéticas secagem com os ajustes de Midilli, além dos resíduos e da comparação do ajuste com os pontos experimentais.

Os valores da difusividade efetiva (D_{ef}) obtidos do modelo teórico difusivo para os diferentes tratamentos estão apresentados na Tabela 3, bem como os resultados do ajuste ao modelo difusivo.

Os valores para o coeficiente de difusividade efetiva não foram satisfatórios para a secagem do sapoti em espuma, isso é evidenciado pelos altos valores de

MRE (%). Uma possível explicação para esse resultado advém da observação de que o coeficiente difusivo (D_{ef}) é dependente da umidade, conforme foi mostrado no estudo de Thuwapanichayanan *et al.* (2008).

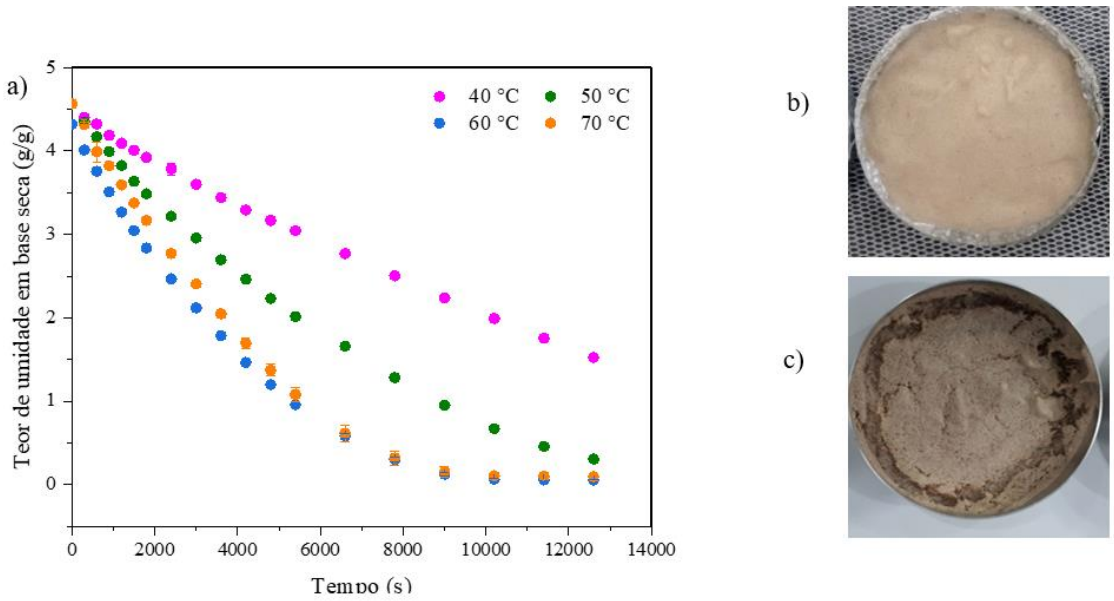


Figura 1. Cinética de secagem de sapoti em leito de espuma (a), amostra antes da secagem (b) e depois (c)

Tabela 2. Valores dos parâmetros cinéticos para secagem em espuma do sapoti.

	Parâmetros	Temperatura (°C)			
		40	50	60	70
Midilli et al.	*k*	$1{,}229\times10^{-5}$	$3{,}641\times10^{-5}$	$4{,}292\times10^{-5}$	$1{,}65\times10^{-5}$
	n	1,1975	1,1651	1,2103	1,321
	b	$-1{,}654\times10^{-5}$	$-1{,}440\times10^{-5}$	$-8{,}697\times10^{-6}$	$-1{,}31\times10^{-5}$

Tabela 3. Valores da difusividade efetiva (D_{ef}) obtidos para sapoti em espuma em diferentes temperaturas do ar de secagem.

Temperatura (°C)	L (cm)	Def (m^2s^{-1})	MRE (%)	R^2
40	0,440 ± 0,13	$3{,}087\times10^{-9}$	66,10	0,976
50	0,548 ± 0,04	$5{,}529\times10^{-9}$	68,22	0,981
60	0,427 ± 0,01	$8{,}285\times10^{-9}$	73,15	0,982
70	0,548 ± 0,03	$7{,}997\times10^{-9}$	100,90	0,974

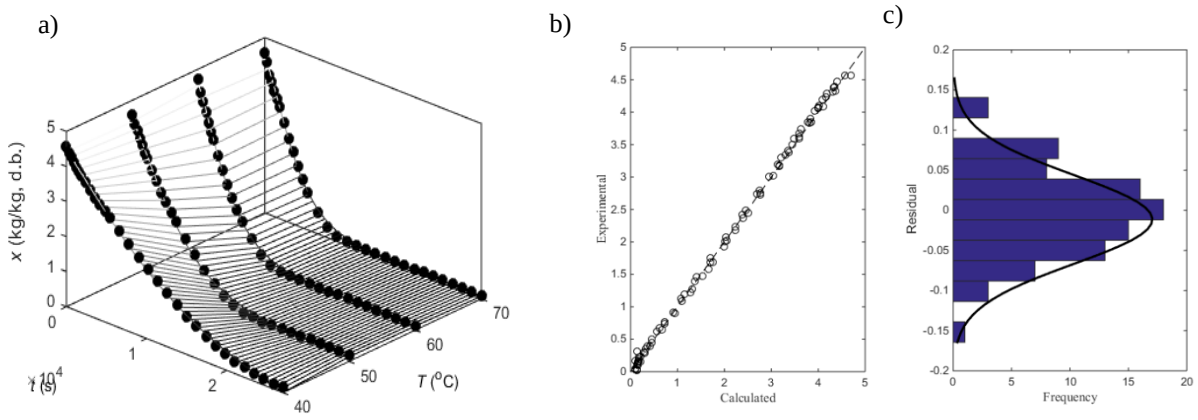


Figura 2. Modelo Midilli et.al. ajustado para secagem de sapoti em leito de espuma (a), valores experimentais e calculados comparados (b) resíduos do modelo (c) para as temperaturas de 40 ºC, 50 ºC, 60 ºC e 70 ºC.

Para as análises físico-químicas foram escolhidas as amostras secas à temperatura de 70°C. Os resultados estão dispostos na Tabela 4 e são apresentados em base seca (grama por grama de matéria seca).

O teor de umidade do produto seco foi de 3,91g $100g^{-1}$ valores semelhantes aos de produtos comerciais de baixa umidade, tais como café solúvel e sopa de tomate em pó, sendo um indicativo de disponibilidade de água muito baixo para a ocorrência de reações químicas e crescimento microbiológico, conforme mostrou Silva *et al.* (2008)

As cinzas é o material inorgânico que resta após a queima de uma amostra de matéria orgânica, e usualmente é composta de minerais na forma de óxido. Apesar de frutos apresentarem alto teor de minerais, tais com cálcio, isso não pôde ser observado no extrato analisado, conforme os resultados dispostos na Tabela 4. Esse comportamento pode ser explicado pela adição da albumina nas espumas que interfere nos resíduos minerais fixos, como mostrou o estudo de Franco *et al.*(2016).

O alto teor de proteínas e gordura é observado em decorrência da adição de albumina contidas nas claras dos ovos, conforme apontado por Jaya e Das (2004).

Tabela 4. Análise físico-química do material seco a 70°C.

Propriedade do material	Valor médio
Umidade	3,91 ± 0,19
Proteínas	19,70 ± 0,26
Cinzas	2,25 ± 0,07
Lipídeos	20,10 ± 1,13

CONCLUSÃO

Para as cinéticas de secagem, observou-se que os resultados obtidos foram consistentes com a literatura abordada. O modelo que melhor representou a cinética de secagem foi o de Midilli O ajuste difusivo foi coerente com os apresentados pela literatura e as propriedades físico-químicas do material seco foram preservadas, principalmente as proteínas, demonstrando que a técnica de secagem aplicada foi bem-sucedida.

REFERÊNCIAS

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. [s.l.] : Association of Official Analytical Chemists., 2006. v. 2

AZEVEDO, Edmundo Gomes De; ALVES, Ana Maria. **Engenharia dos processos de separação**. 2. ed. Lisboa: Ist Press, 2013.

AZIZPOUR, Mehran; MOHEBBAT, Mohebbi; KHODAPARAST, Mohammad Hossein Haddad; VARIDI, Mehdi. Foam-mat drying of shrimp: characterization and drying kinetics of foam | Agricultural Engineering International: CIGR Journal. **Agricultural Engineering International**, *[S. l.]*, p. 159–165, 2013.

BAPTESTINI, Fernanda M.; CORRÊA, Paulo C.; JUNQUEIRA, Mateus S.; RAMOS, Afonso M.; VANEGAS, Jaime D. B.; COSTA, Cristian F. Mathematical modeling of drying of soursop foam. **Revista Brasileira de Engenharia Agricola e Ambiental**, *[S. l.]*, v. 19, n. 12, p. 1203–1208, 2015. DOI: 10.1590/1807-1929/agriambi.v19n12p1203-1208.

BASTOS, D. da S.; SOARES, DMBG; ARAÚJO,

K. G. de L.; VERRUMA-BERNARDI, M. R. Desidratação da polpa de manga "tommy atkins" utilizando a técnica de foam mat drying-avaliações químicas, físico-químicas e sensoriais. **Brazilian Journal of Food Technology**, *[S. l.]*, v. 8, n. 4, p. 283–290, 2005.

CAMARGO, Gisele Anne. **Novas tecnologias e pre-tratamentos : tomate seco embalado a vácuo**. 2005. [s.n.], Campinas, 2005.

DA SILVA JUNIOR, Josué Francisco; BEZERRA, João Emmanoel Fernandes; LEDERMAN, Ildo Eliezer; MELLO DE MOURA, Robert José. O sapotizeiro no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, *[S. l.]*, v. 36, n. 1, p. 86–99, 2014. DOI: 10.1590/0100-2945-449/13.

FELLOWS, Peter J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos-: Princípios e Prática**. [s.l.] : Artmed Editora, 2018.

FRANCO, Talita Szlapak; PERUSSELLO, Camila Augusto; ELLENDERSEN, Luciana Neves; MASSON, Maria Lucia. Effects of foam mat drying on physicochemical and microstructural properties of yacon juice powder. **LWT - Food Science and Technology**, *[S. l.]*, v. 66, p. 503–513, 2016. DOI: 10.1016/j.lwt.2015.11.009.

GUINÉ, Raquel P. F. Pear drying: Experimental validation of a mathematical prediction model. **Food and Bioproducts Processing**, *[S. l.]*, v. 86, n. 4, p. 248–253, 2008. DOI: 10.1016/j.fbp.2007.11.001.

HALL, C. W. **Handbook of industrial drying**. Montreal: Taylor & Francis Group, 2006.

JAYA, S.; DAS, H. Effect of maltodextrin, glycerol monostearate and tricalcium phosphate on vacuum dried mango powder properties. **Journal of Food Engineering**, *[S. l.]*, v. 63, n. 2, p. 125–134, 2004. DOI: 10.1016/S0260-8774(03)00135-3.

KAR, S.; CHEN, X. D.; ADHIKARI, B. P.; LIN, S. X. Q. The impact of various drying kinetics models on the prediction of sample temperature-time and moisture content-time profiles during moisture removal from stratum corneum. **Chemical Engineering Research and Design**, *[S. l.]*, v. 87, n. 5, p. 739–755, 2009. DOI: 10.1016/j.cherd.2008.10.009.

MACIEL, Roberta M. G.; AFONSO, Marcos R. A.; DA COSTA, José M. C.; SEVERO, Leandro S.; DE LIMA, Natália D. Mathematical modeling of the foam-mat drying curves of guava pulp. **Revista Brasileira de Engenharia Agricola e Ambiental**, *[S. l.]*, v. 21, n. 10, p. 721–725, 2017. DOI: 10.1590/1807-1929/agriambi.v21n10p721-725.

MARTINAZZO, Ana P.; CORRÊA, Paulo C.; RESENDE, Osvaldo; MELO, Evandro De C. Analysis and mathematical description of drying kinetic of lemon grass leaves. **Revista Brasileira de Engenharia Agricola e Ambiental**, *[S. l.]*, v. 11, n. 3, p. 301–306, 2007. DOI: 10.1590/s1415-43662007000300009.

SHINWARI, Kaunsar J.; RAO, Pavuluri S. Rheological and physico-chemical properties of a reduced-sugar sapodilla (Manilkara zapota L.) jam processed under high-hydrostatic pressure. **Journal of Food Process Engineering**, *[S. l.]*, v. 43, n. 6, p. e13388, 2020. DOI: 10.1111/jfpe.13388.

SILVA, Adriano Sant ana; GURJÃO, Kátia Cristina de Oliveira; ALMEIDA, Francisco de Assis Cardoso; BRUNO, Riselane de Lucena Alcântara; PEREIRA, Walter Esfrain. Dehydration of tamarind pulp through the foam-mat drying method. **Ciencia e Agrotecnologia**, *[S. l.]*, v. 32, n. 6, p. 1899–1905, 2008. DOI: 10.1590/s1413-70542008000600032.

SILVA, B. G. **Modelagem e simulação do processo de secagem dos frutos de aroeiravermelha (Schinus terebinthifolius Raddi)**. 2013. Universidade de Campinas, *[S. l.]*, 2013.

SILVA, Dennys Correia Da; LIMA, Meyrelle Figueredo; VÉLEZ, Harvey Alexander Villa; SANTANA, Audirene Amorim. Estudo da modelagem de cinética de secagem da polpa de cupuaçu na produção de biopolímeros. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, *[S. l.]*, v. 4, n. 3, p. 49–57, 2017.

SILVA, L. S.; REIS, G. G.; MANCINI, M. C.; CALÇADA, L. A. Determinação do coeficiente global de transferência de massa na secagem de sementes de agrião e agrião d'água em leito fixo e leito fluidizado: modelo a duas fases. **Revista Universidade Rural**, *[S. l.]*, v. 23, n. 1, p. 18–33, 2004.

SOUSA, Thiago Sousa e; VÉLEZ, Harvey Alexander Villa. Cinética de secagem de sarnambi (Lucina pectinata) comercializado na região metropolitana de São Luís (MA). **58° Congresso Brasileiro de Química**, *[S. l.]*, v. 58, 2018.

THUWAPANICHAYANAN, Ratiya; PRACHAYAWARAKORN, Somkiat; SOPONRONNARIT, Somchart. Drying characteristics and quality of banana foam mat. **Journal of Food Engineering**, *[S. l.]*, v. 86, n. 4, p. 573–583, 2008. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2007.11.008.