



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um mundo em transformação

Influência da secagem em camada de espuma na qualidade de cebola em pó

INFLUENCE OF FOAM-MAT DRYING ON QUALITY OF ONION POWDER

Antonio Francisco de Lima Junior

Bogdan Demczuk Junior

Vanessa Carvalho Rodrigues

RESUMO

O objetivo do trabalho foi utilizar o método de secagem em camada de espuma para secar cebola e avaliar a influência do processo na qualidade do produto. Realizaram-se 12 experimentos com 3 fatores de variação: agente espumante (1, 3,5 e 6%), razão cebola/água (0,67, 0,5 e 0,4 g/mL) e tempo de agitação (4, 7 e 10 min), a temperatura de 80 °C. Três modelos matemáticos foram empregados para o estudo da cinética de secagem (Newton, Henderson-Pabis e Page). Os melhores resultados de estabilidade da espuma antes da secagem foram em concentrações altas de agente espumante por um tempo de agitação maior. O modelo de Page melhor representou os dados de secagem com valores de R^2 entre 98,8 a 99,8 e erros médios relativos entre 0,73 a 3,35%. Na caracterização do pó, a análise colorimétrica apresentou valores de 79,6 a 88,9 (L^*), -0,67 a 4,47 (a^*) e 20,7 a 29,7 (b^*). A porosidade foi de 0,62, a solubilidade variou de 6,51 a 17,1%, a densidade aparente variou de 0,63 a 0,95 g/cm³ e a densidade absoluta ficou entre 0,32 a 0,5 g/cm³.

Palavras-chave: Cebola, camada de espuma, cinética de secagem, caracterização físico-química.

ABSTRACT

The objective of this work was to use the foam-mat drying method to dry onion and evaluate the influence of the process in the product quality. Twelve experiments were carried out with 3 variation factors, foaming agent (1, 3.5 and 6%), onion/water ratio (0.67, 0.5 and 0.4 g/mL) and stirring time (4, 7 and 10 min), all at a temperature of 80 °C. Three mathematical models were used to study the drying kinetics (Newton, Henderson-Pabis and Page). The best foam stability results were at high foaming agent concentrations for longer stirring time. Page's model was the best fit to the drying kinetics with R^2 values between 98.8 and 99.8 and relative average errors between 0.73 and 3.35%. In the powder characterization, the colorimetric analysis showed values from 79.6 to 88.9 (L^*), -0.67 to 4.47 (a^*) and 20.7 to 29.7 (b^*). The porosity was 0.62, the solubility ranged from 6.51 to 17.1%, the bulk density ranged from 0.63 to 0.95 g/cm³ and the absolute density was between 0.32 to 0.5 g/cm³.

Keywords: Onion, drying, foam-mat, drying kinetics, physicochemical characterization.



1 INTRODUÇÃO

A cebola (*Allium cepa* L.) é uma cultura antiga e a implementação no Brasil no século XVIII (RESENDE et al., 2007). As técnicas de conservação são importantes na indústria de alimentos e a secagem está entre as mais aplicadas, por possibilitar desenvolver novos produtos e ingredientes (BEZERRA, 2007). A operação se baseia na remoção da água do alimento na forma de vapor por transferência de calor e transferência de massa, com temperatura, umidade e corrente de ar controlados (BEZERRA, 2007; PEREIRA, 2015). A secagem em leito de espuma (*foam-mat drying*) é aplicada em alimentos transformados em espuma estável por incorporação de ar com agente emulsificante/estabilizante (PEREIRA, 2015). Ocorre a remodelação do alimento líquido ou pastoso em uma espuma estável por adição de agentes espumantes com equipamentos, como batedeiras ou geradores de espuma; o espalhamento da espuma em fina camada, a secagem por correntes de ar e transformação do produto em pó (SOUZA, 2011). Até o presente momento, a ausência de estudos similares em literatura motivou o problema da pesquisa. É possível obter cebola em pó a partir da secagem em camada de espuma? Este trabalho tem o objetivo de aplicar a técnica de secagem em camada de espuma em cebola e avaliar a influência do método na qualidade do produto.

2 MÉTODO

A cebola foi do tipo amarela e o agente espumante foi o emulsificante comercial Emustab (Selecta). As cebolas foram lavadas, descascadas, cortadas, retiradas as extremidades, branqueadas por imersão em água a 90°C por 5 minutos, resfriadas em água a temperatura ambiente e trituradas em liquidificador industrial. A cebola triturada foi misturada com água e agente espumante em batedeira doméstica, conforme o delineamento: Razão cebola/água (gramas) (1/1, 1/2, 1/3), agente espumante (%) (1, 3,5, 6) e tempo de agitação (min) (4, 7, 10). A secagem ocorreu em estufa com circulação de ar (2 m/s) a 80 °C, com a camada de espuma em bandejas de alumínio. A variação de umidade foi representada pelos modelos de Newton, Henderson-Pabis e Page (Equações 1, 2 e 3, respectivamente) conforme Tab. 1 (MORAIS et al., 2013).

Tabela 1 - Modelos matemáticos utilizados para descrever a secagem da espuma de cebola.

Nome do Modelo	Modelo	Equação
Page	$RU = \exp(-Kt^n)$	(1)
Henderson-Pabis	$RU = a \exp(-Kt)$	(2)
Newton	$RU = \exp(-Kt)$	(3)

Fonte: MORAIS et al. (2013).

A estabilidade da espuma foi medida conforme Gurgel (2014), com a espuma em funis preenchidos e deixados em repouso sobre provetas. Após o desprendimento da primeira gota de líquido, disparou-se uma medida de tempo até 5 minutos, em cronômetro, quando foi medido o volume líquido drenado ao final. A estabilidade foi calculada pela Eq. (4).

NOTA: RU = razão entre umidades (adimensional); a , k , n = constantes das equações; t = tempo (min).



$$\emptyset = (V_{drenado}/V_{inicial}) \times 100 \quad (4)$$

A solubilidade do pó foi determinada conforme Barbosa (2016), com água destilada e amostra agitada em vórtex, transferida para tubos *Falcon* e centrifugada. A alíquota do sobrenadante foi seca estufa a 105 °C até massa constante e solubilidade calculada pela da Eq. (5).

$$\text{Solubilidade (\%)} = (\text{massa de pó no sobrenadante}/\text{massa de pó total}) \times 100 \quad (5)$$

A densidade foi determinada por picnometria. A densidade aparente foi medida conforme Goula e Adamopoulos (2008), com a amostra em proveta graduada, compactada em movimentos verticais até não ser mais observada diferença na altura do pó e o cálculo realizado por meio da Eq. (6).

$$\rho_a = m_s/V_s \quad (6)$$

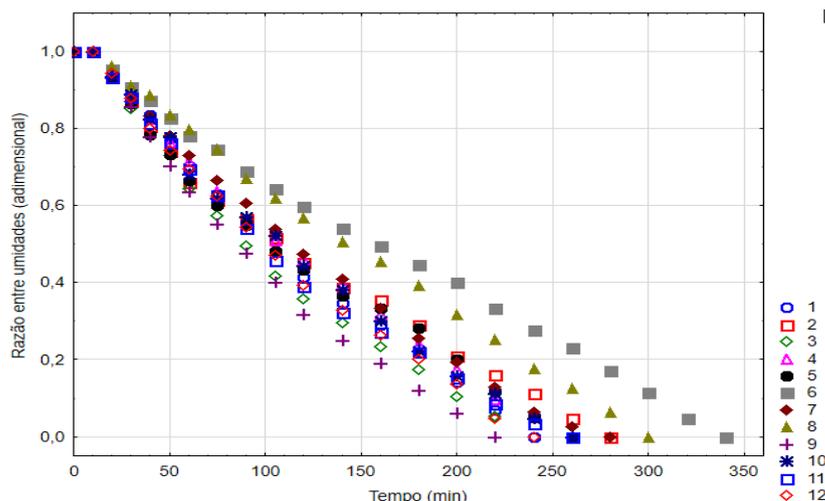
Para análise colorimétrica, foi usado espectrofotômetro HunterLab. A porosidade intragranular foi calculada pela da Eq. (7), conforme Barbosa (2016), onde ρ_a é a densidade aparente dos sólidos do pó (g/cm^3) e ρ_p é a densidade absoluta (g/cm^3).

$$\varepsilon = 1 - (\rho_a/\rho_p) \quad (7)$$

3 RESULTADOS

Na Figura 1 são apresentadas as 12 curvas de secagem da espuma de cebola a 80 °C.

Figura 1 - Curva de secagem do pó de cebola.

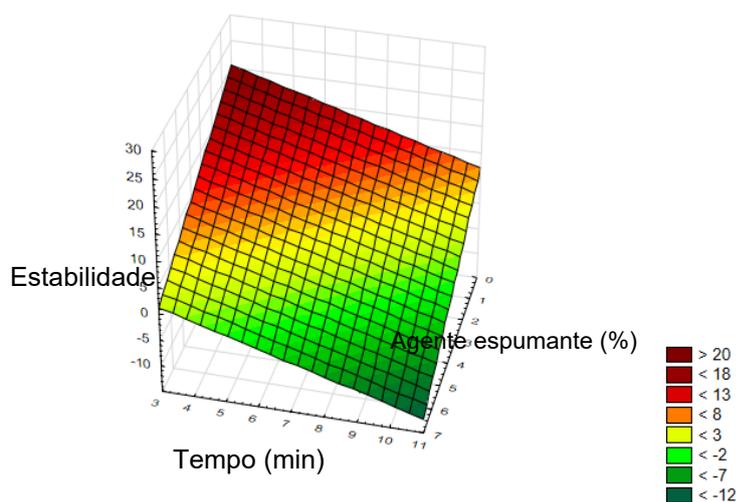


Fonte: Autoria própria (2021).

NOTA: Valores entre parênteses representam Razão cebola/água; tempo de agitação (min) e agente espumante (%). 1 (0,67; 7; 6); 2 (0,4; 10; 6); 3 (0,67; 4; 1); 4 (0,5; 7; 3,5); 5 (0,4; 4; 3,5); 6 (0,4; 7; 1); 7 (0,5; 7; 3,5); 8 (0,5; 10; 1); 9 (0,5; 7; 3,5); 10 (0,5; 4; 6); 11 (0,67; 10; 3,5); 12 (0,5; 7; 3,5)

A variação de umidade no processo foi representada pelos modelos de Newton, Henderson-Pabis e Page. O modelo de Page melhor representou os dados experimentais, com R^2 mais altos, de 98,4 a 99,6% e P (%) menores que 10%, entre 0,73 e 3,3%. O modelo de Henderson-Pabis apresentou valores de R^2 de 95,6 a 97,8 e P (%) entre 4,17% a 8,9%. O modelo de Newton apresentou R^2 entre 93,4 e 96,7% e P (%) entre 6,2 e 13,4%. Assim, o modelo de Page foi escolhido por ter maiores R^2 e menores valores de P (%). Com relação à caracterização do pó, L^* variou de 79,6 a 88,9. Valores de a^* oscilaram entre -0,67 a 4,47. O eixo b^* variou de 20,7 a 29,7. No parâmetro b^* , os valores foram todos positivos e evidenciou-se a cor amarela do pó, observada visualmente em todo o processo. Valores de estabilidade, solubilidade e densidade aparente sofreram influência da quantidade de agente espumante. Na Figura 2, é apresentada a superfície de resposta das espumas formadas com relação a estabilidade.

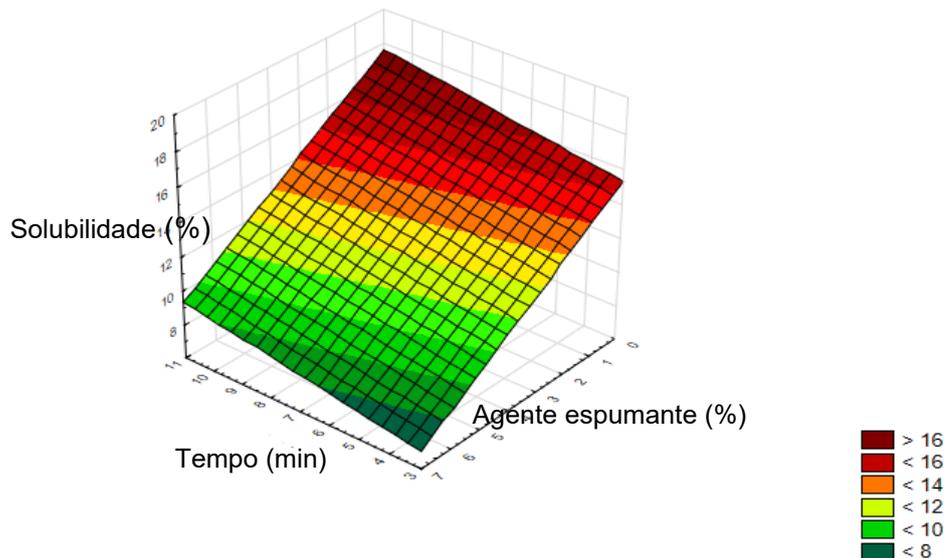
Figura 2 - Estabilidade (%) da espuma de cebola seca em leito de espuma pelo tempo (min) e quantidade de agente espumante (%).



Fonte: Autoria própria (2021).

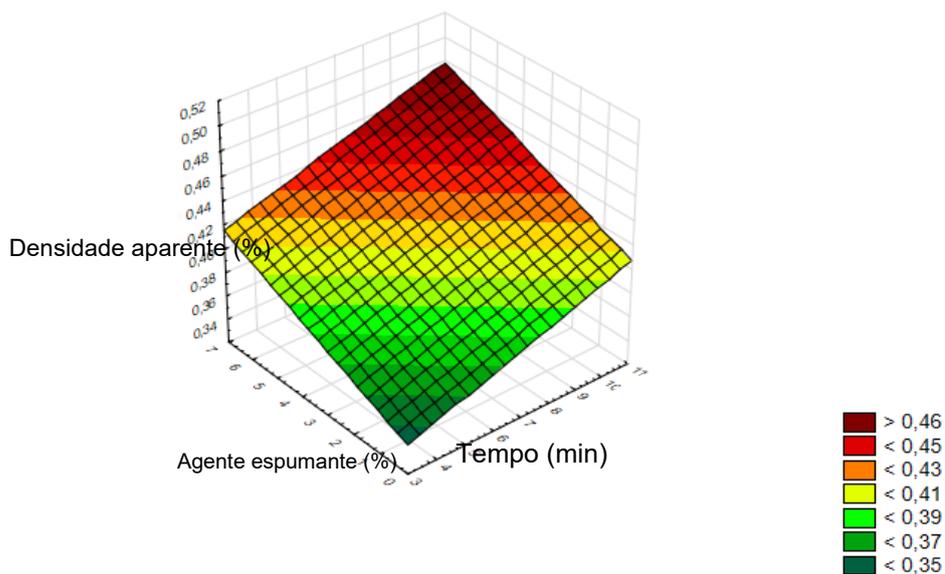
A quantidade de líquido drenado revela a capacidade da espuma reter água. Logo, o aumento da estabilidade é proporcional a concentração de emulsificante. O efeito do agente espumante mostra melhores valores de estabilidade próximos de zero e em concentrações mais altas de emulsificante, o que também foi verificado para maior tempo de agitação. Na Figura 3 é apresentada a superfície de resposta a solubilidade do pó obtido. Na análise de variância, observou-se que o agente espumante apresentou efeitos significativos ($p \leq 0,05$) sobre a solubilidade do produto. Quanto menor o tempo de agitação e maior concentração de agente espumante, menor a solubilidade do pó. Na Figura 4 é mostrada a superfície de resposta para densidade aparente do pó obtido. Em concentrações altas de agente espumante e tempos maiores, a densidade aparente foi mais alta, e em concentrações mais baixas de agente espumante e tempos menores, os resultados de densidade aparente foram menores. A densidade aparente apresentou maiores valores com a espuma a 0,67 g/mL de razão cebola/água, 6% de emulsificante e 7 minutos de agitação e também com 0,5 g/mL de razão cebola/água, 1% de emulsificante e 10 minutos de agitação. O maior valor de densidade absoluta foi no experimento a 0,5 g/mL de razão cebola/água, 1% de emulsificante e 10 minutos de agitação. As partículas com maior porosidade apresentaram valor de 0,62, com 0,4 g/mL de razão cebola/água, 1% de emulsificante e 7 minutos de agitação.

Figura 3 – Solubilidade (%) do pó de cebola seco em leite de espuma em função do tempo (min) e porcentagem de agente espumante.



Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 4 - Densidade aparente (g/cm^3) do pó de cebola pela secagem em leite de espuma em função do tempo (min) e do agente espumante (%).



Fonte: Autoria própria (2021).

4 CONCLUSÃO

É possível aplicar o método de secagem em camada de espuma para a obtenção do pó de cebola e o uso de análises com o propósito de caracterizar o pó e descrever a cinética de secagem do produto. Foram



alcançados resultados positivos para todos os objetivos propostos no trabalho. As condições foram aplicadas para a temperatura de 80 °C, com base em diversos trabalhos de literatura que testaram as temperaturas mais altas como as mais adequadas para o processo de secagem. É possível obter pó de cebola através do método de secagem em camada de espuma como uma alternativa viável por ser uma tecnologia que resulta em processos mais rápidos.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, E. D. **Secagem do extrato aquoso de gengibre (*Zingiber officinale roscoe*) pelo método de camada de espuma**. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão - PR, 2016. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6670/3/CM_COEAL_2016_1_01.pdf. Acesso em: 10 set. 2021.
- BEZERRA, T. S. **Desidratação de hortaliças: aspectos teóricos**. Monografia (Especialista em Tecnologia de Alimentos) - Universidade de Brasília, Brasília - DF, 2007. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/318> Acesso em: 11 set. 2021.
- GOULA, A. M., ADAMAPOULOS, K. G. Effect of maltodextrin addition during spray drying of tomato pulp in dehumidified air: II. Powder Properties. **Drying Journal**, v.26, p.726-737, 2008. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07373930802046377>. Acesso em: 10 set. 2021.
- GURGEL, C. E. M. R. **Secagem da polpa de graviola (*Annona muricata* L.) em camada de espuma - Desempenho do processo e características do produto**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal - RN, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/22743>. Acesso em: 10 set. 2021.
- MORAIS, S. J. *et al.* Modelagem matemática das curvas de secagem e coeficiente de difusão de grãos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata (L.) walp.*). **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 3, p. 455-463, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/S7dFMdD3QBdPkrXg5gfvZMq/abstract/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 11 set. 2021.
- PEREIRA, T. D. S. **Estudo da secagem da clara de ovo em camada de espuma (foam-mat drying)**. (Dissertação de mestrado) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal - PB, 2015. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/832>. Acesso em 10 set. 2021.
- RESENDE, G. M.; COSTA, N. D.; SOUZA, R. J. Cultivo da cebola no Nordeste. 3. ed. Petrolina: **Embrapa Semi-Árido**, 2007. Disponível em: http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/sistema_producao/spcebola/clima.htm. Acesso em: 11 set. 2021.
- SOUZA, V. C. **Efeito da liofilização e desidratação em leite de espuma sobre a qualidade do pó de polpa de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2011. Disponível em: <http://www2.uesb.br/ppg/ppgecal/wp-content/uploads/2017/04/VINICIUS-SOUZA.pdf>. Acesso em: 11 set. 2021