

MONITORAMENTO DE SECADORES POR PULVERIZAÇÃO DE ESTÁGIO ÚNICO: REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA NA INDÚSTRIA

MONITORING SINGLE-STAGE SPRAY DRYERS: ENERGY CONSUMPTION REDUCTION IN THE DAIRY INDUSTRY

Cristian Camilo Medina Diaz¹, Flávia Macêdo De S. Moraes¹, Juliana De Carvalho Da Costa², Ítalo Tuler Perrone², Rodrigo Stephani¹

¹Departamento de Química, Universidade Federal de Juiz de Fora.

²Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Juiz de Fora.

Resumo

Nos últimos anos, os secadores por atomização evoluíram significativamente, com modelos de dois e três estágios buscando melhorar a eficiência do processo. A secagem, essencial na indústria de laticínios para produtos como soro em pó e leite em pó, consome cerca de 25% da energia global, incluindo tecnologias como a atomização. Estudos detalhados sobre eficiência energética e componentes desses secadores foram conduzidos por Singh et al. (2021). Este estudo foca no monitoramento do desempenho do secador por pulverização, analisando como a temperatura do ar, o fluxo do produto e a escolha do bico de atomização afetam a eficiência. O objetivo é otimizar esses equipamentos em escala piloto para laboratórios industriais, visando melhorar a eficiência do processo e promover a sustentabilidade industrial, com ênfase na monitorização contínua desde testes piloto até a produção em larga escala.

Palavras-chave: Spray Dryer; Balanço de Massa; Balanço de Energia.

Introdução

A tecnologia de secagem por atomização é amplamente utilizada em diversas indústrias, como alimentícia, laticínios, farmacêutica e de materiais, permitindo a produção de produtos desidratados a partir de uma suspensão de partículas em líquido, resultando em uma morfologia esférica homogênea. Reconhecida como a opção mais sustentável para a secagem de leite e seus derivados a secagem por atomização demonstrou ser superior à liofilização da caseína micelar, proporcionando produtos de melhor qualidade a um custo inferior (O'Sullivan et al., 2019; Kandasamy & Naveen, 2022).

A secagem por pulverização transforma um fluxo de fluido em partículas sólidas discretas, sendo essencial para melhorar a vida útil dos produtos ao reduzir a atividade de água e prevenir processos biológicos e químicos na amostra. Amplamente utilizada na produção de leite em pó devido a sua capacidade de processar grandes volumes de leite, essa técnica também é aplicada para melhorar a estabilidade química e as propriedades de retenção de ingredientes funcionais através da encapsulação (Kandasamy & Naveen, 2022).

Este estudo focou no monitoramento do desempenho do secador por pulverização, investigando como a temperatura do ar de entrada, a vazão do produto e a escolha do bico de atomização influenciam a eficiência da secagem. O objetivo é otimizar o uso desse equipamento em escala piloto para laboratórios industriais, visando melhorar a eficiência do processo e promover a sustentabilidade das indústrias (Hasan & Hakan, 2017; Satoshi Ohtake et al., 2020).

Material e Métodos

Foi utilizado um secador por atomização de estágio único, modelo LM MSD 1.0 da empresa Labmaq de Brasil LTDA. A temperatura e a umidade relativa do ar de entrada e saída foram determinadas utilizando-se um termo-higrômetro R tonic Hygroflex (ART NO:HC2HK40, OP-RANGE PROBE). A velocidade do ar de saída (com temperaturas entre 60 e 80 °C) foi medida com anemômetro (TSI Incorporated modelo 8455), a área transversal foi determinada experimentalmente para obtenção do fluxo de ar úmido utilizando densidade do ar em 1.0 kg.m³. A temperatura do ar de saída afeta significativamente a velocidade devido a mudanças na densidade do ar.

As variáveis independentes consideradas para avaliar o desempenho do equipamento foram seleção do bico, vazão do produto de entrada e temperatura do ar de entrada, já a pressão do ar do compressor definiu-se como um valor constante. O parâmetro estudado foi o desempenho do equipamento em termos de balanço de massa e energia, monitorando a evaporação da água injetada na corrente de entrada. Utilizando um planejamento fatorial simples, foram avaliadas 36 unidades experimentais, e os cálculos de balanço de massa e energia foram realizados utilizando linguagem R.

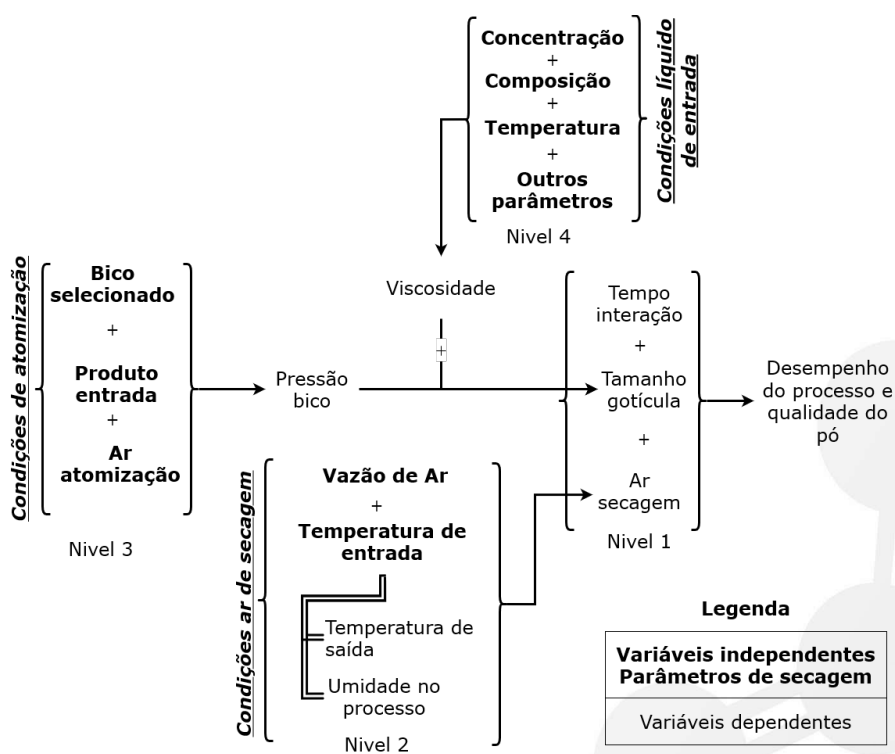


Figura 1: Parâmetros experimentais e a sua relação com o desempenho do processo

Resultados e Discussão

Pode ser observado na figura 2A que, para os bicos de atomização 1 e 2 os resultados do balanço de massa são menores que zero, enquanto os bicos 3 e 4 têm valores maiores que zero; sendo significativamente diferente entre os grupos. Assim, determinou-se que com os bicos 1 e 2 o processo de secagem é menos eficiente que com os bicos 3 e 4.

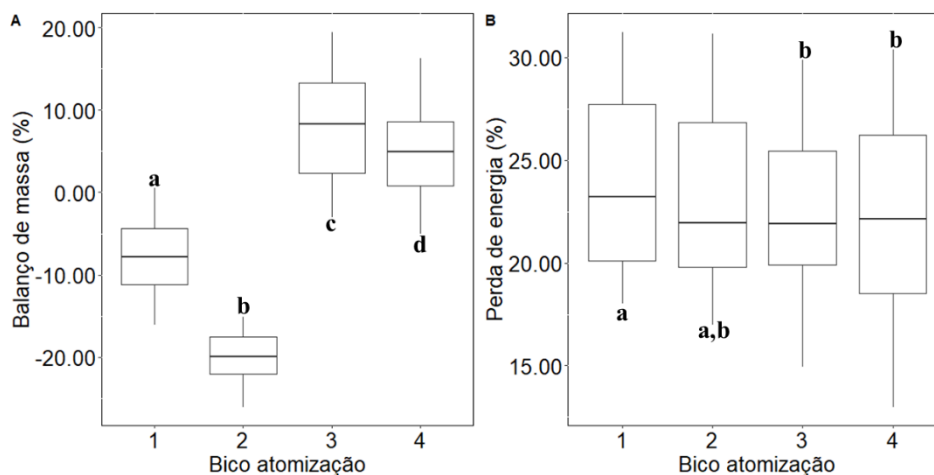


Figura 2: Efeito da seleção do bico de atomização no balanço de massa e na perda de energia

O efeito das variáveis independentes, temperatura do ar de entrada e vazão de entrada de produto, foram avaliadas para cada bico de atomização e os resultados são apresentados na figura 3 para o balanço de massa e na figura 4 para a perda de energia. É importante destacar que a seleção de um bico com melhor desempenho permite atingir os indicadores de qualidade no produto em pó usando menos energia e menor custo.

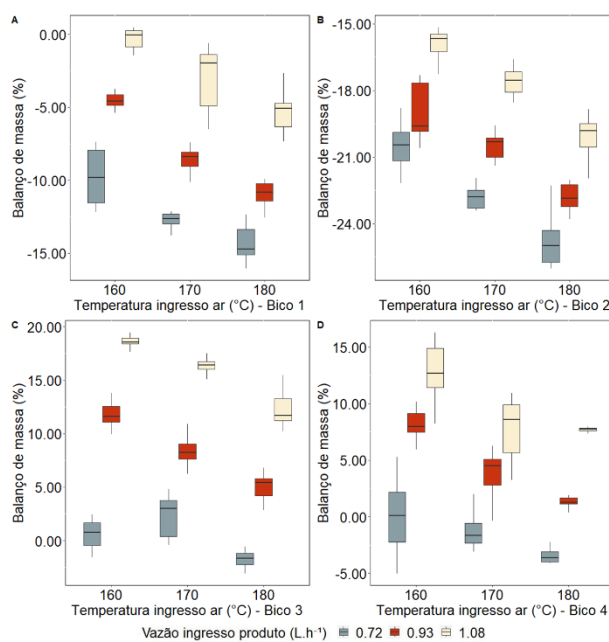


Figura 3: Efeito da temperatura do ar de secagem e a vazão de produto e bico selecionado, no balanço de massa

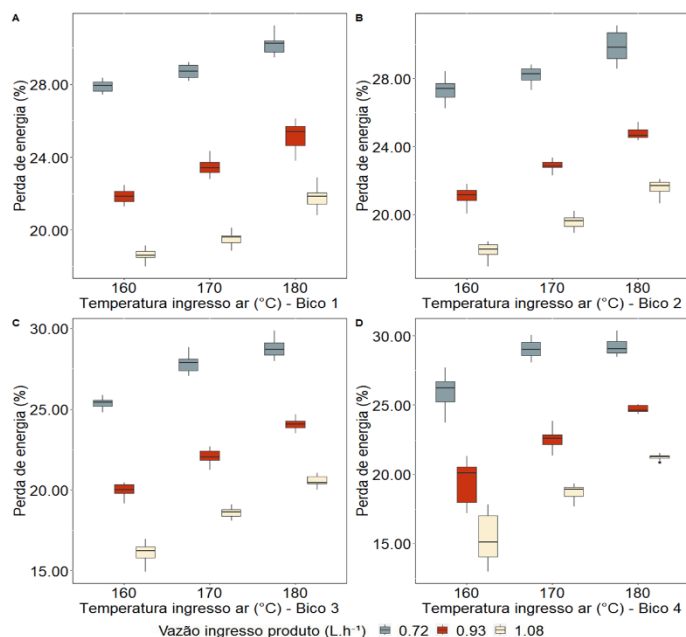


Figura 4: Efeito da temperatura do ar de secagem da vazão de produto e do bico selecionado no balanço de energia

Conclusão

O processo de secagem por atomização depende diretamente do produto que vai ser processado e as condições de trabalho são adaptadas para cada matriz de forma particular. Sendo assim, o estudo desenvolvido permite avaliar de forma geral o processo sem a variável da composição do produto a ser injetado (fator que mantém viscosidade constante) usando água como líquido de entrada, o que evidencia os efeitos dos parâmetros experimentais normalmente modificados no desenvolvimento de um método de secagem. Em termos do balanço de massa e qualidade do produto em pó: foi atingido um melhor desempenho usando da forma menos eficiente um bico em bom estado, do que usando da forma mais eficiente possível um bico desgastado.

Existe uma perda de energia que não pode ser controlada porque depende do isolamento da câmara de secagem. Adicionalmente, se o processo de atomização não é eficiente pode haver uma maior perda energética. O aumento da temperatura de secagem não melhora o desempenho do processo em termos do balanço de massa, além de gerar maior perda energética.

Referências Bibliográficas

HASAN CAGLAYAN; HAKAN CALISKAN. Sustainability assessment of heat exchanger units for spray dryers. **Energy**, v. 124, p. 741–751, 1 abr. 2017.

KANDASAMY, S.; RAJSHRI NAVEEN. A review on the encapsulation of bioactive components using spray-drying and freeze-drying techniques. **Journal of food process engineering**, v. 45, n. 8, 22 abr. 2022.

O’SULLIVAN, J. J. et al. Atomisation technologies used in spray drying in the dairy industry: A review. **Journal of Food Engineering**, v. 243, p. 57–69, 1 fev. 2019.

SATOSHI OHTAKE; KEN-ICHI IZUTSU; LECHUGA-BALLESTEROS, David, **Drying Technologies for Biotechnology and Pharmaceutical Applications**. 10.1002/9783527802104.



Prosas de leiteiros – tecnologia, engenharia e inovação
17 de julho de 2024 – Centro de ciências - UFJF

SINGH, G. et al. Energetic and exergetic assessment of two- and three-stage spray drying units for milk processing industry. **Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering**, v. 43, n. 7, 2021.

SINGH, G. et al. Comparative exergoeconomic analysis of single, two and three stage spray drying systems. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 147, n. 16, p. 8947–8968, 2022.

Autor(a) a ser contatado: Flávia Macêdo de Souza Moraes, Departamento de Química,
Universidade Federal de Juiz de Fora – MG, 36036-900, flaviamsmacedo@hotmail.com.

