

## ESTUDO DO PROCESSO DE SECAGEM DE VINHAÇA DE ALAMBIQUE EM LEITO DE JORRO

Gilberto Alexandre Soares Goulart<sup>2</sup>; Sthefany Natalia Oliveira Santos<sup>1</sup>; Victor Manoel Nascimento Rosa<sup>1</sup>.

Sthefany Natalia Oliveira Santos 1

Victor Manoel Nascimento Rosa 1

### RESUMO

No Brasil, a fabricação da cachaça vem crescendo desde a criação dos engenhos, no século XVI. Esse crescimento maximizou a liberação da vinhaça como subproduto da destilação da cachaça. Para reduzir os impactos ambientais da vinhaça, tem-se estudado sobre seu uso na fertirrigação, técnica questionada pelos custos de aplicação elevados pela dificuldade no transporte da vinhaça líquida. Uma forma de minimizar esses custos é reduzindo o volume da vinhaça pelo método de secagem. O presente trabalho teve como objetivo analisar os efeitos das variáveis operacionais, vazão e tipo de alimentação, tipo de processo e temperatura, na secagem da vinhaça de alambique e adequar a aplicação do produto à fertilização dos solos por meio de análises físico-químicas. Nos estudos, a vazão de alimentação mínima alcançada pela bomba peristáltica junto ao bico atomizador foi de 52 ml/min, necessitando ser reduzida. A alimentação mais adequada ao processo foi por atomização em processo contínuo, pois otimiza o tempo de secagem. Dentre as temperaturas testadas, a secagem a 90°C mostrou maior eficiência por minimizar o gasto energético do processo. Algumas variáveis necessitam de ajustes para o êxito da secagem e a execução das análises físico-químicas.

### INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva da cachaça é uma das mais promissoras no desenvolvimento agroindustrial do Brasil, atingindo o marco de 1,3 bilhão de litros de cachaça produzida por ano. Em Goiás, no ano de 2021, foram produzidos cerca de 300 mil litros de cachaça de alambique e para 2022 espera-se que a produtividade seja cerca de 500 mil litros. Entretanto, para cada litro de cachaça produz-se de 8 a 10 litros de vinhaça. Além dos consideráveis teores de nutrientes inorgânicos, este resíduo tem elevado teor de matéria orgânica, que requer grande quantidade de oxigênio ambiental para sua degradação.

A vinhaça vem sendo utilizada na irrigação de plantações, principalmente de cana-de-açúcar, há muitos anos. O uso desse material, que possui elevadas concentrações de matéria orgânica, potássio e ferro e pequenas proporções de outros macro e micronutrientes, para o enriquecimento de fertilizantes, se faz vantajoso ao retornar os nutrientes para as próprias lavouras. Entretanto, seu uso ainda está restrito às áreas mais próximas das usinas, pois ao analisar o custo-benefício do transporte para lavouras em áreas mais afastadas, a prática é inviabilizada pelo encarecimento da

<sup>1</sup>Acadêmico do curso de engenharia de alimentos, Universidade Federal de Goiás-UFG, Goiânia, Goiás.

<sup>2</sup>Docente do curso de engenharia de alimentos, Universidade Federal de Goiás-UFG, Goiânia, Goiás.

aplicação. Dessa forma, o tratamento da vinhaça por concentração seria uma alternativa para viabilizar sua incorporação na fertilização dos solos, visto que o volume do produto para transporte seria reduzido sem alteração na quantidade dos nutrientes almejados.

Dentre os métodos de concentração, a secagem é o que proporciona maior redução de volume, podendo minimizar ao máximo os custos de transporte. Na indústria, as operações de secagem devem apresentar custos operacionais reduzidos e capacidade produtiva elevada, resultando em produtos secos de qualidade aceitável. Partindo desse princípio, neste trabalho, utilizou-se a técnica de secagem em leito de jorro com material inerte, como uma técnica de secagem alternativa, pois esta confere um íntimo contato entre partícula em suspensão/ar quente, promovendo, assim, uma transferência instantânea de calor, efetuando a secagem da vinhaça e fornecendo um produto final em pó. Essa técnica tem sido extensivamente estudada na secagem de diversos tipos de materiais, como matérias-primas alimentícias e produtos medicinais de origem natural, por exemplo.

## **OBJETIVO**

O presente trabalho tem como objetivo obter os parâmetros ideais para a secagem de vinhaça, em leito de jorro, com a finalidade de aplicar fertilização dos solos, retornando os nutrientes para as lavouras e reduzindo elementos poluentes na indústria sucroalcooleira.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Material utilizado**

Vinhaça líquida, inertes de polietileno de alta densidade. refratômetro portátil, balança analítica, balança semi-analítica, bomba peristáltica, câmara fria, termômetros.

### **Obtenção da vinhaça líquida**

A vinhaça líquida utilizada para o estudo foi obtida em um alambique localizado na cidade de Vianópolis.

### **Determinação da quantidade de sólidos solúveis (°Brix)**

Determinou-se a quantidade de sólidos solúveis da vinhaça, utilizando um refratômetro portátil graduado de 0% a 90% °Brix. O valor obtido foi de 2,7 °Brix.

### **Análise de umidade**

A análise de umidade foi efetuada em um analisador de infravermelho, em um tempo de 12 minutos.

### **Alimentação da suspensão de vinhaça por aspersão e gotejamento**

Para o processo de alimentação utilizou-se uma bomba peristáltica com vazão de 52 ml/min Na sequência de experimentos, fez-se a alimentação do leito por atomização, utilizando a bomba peristáltica e um bico atomizador duplo fluido. A taxa de injeção do ar comprimido no bico atomizador foi abaixo de 2 psi. Testou-se também a alimentação por gotejamento, na mesma vazão.

<sup>1</sup>Acadêmico do curso de engenharia de alimentos, Universidade Federal de Goiás-UFG, Goiânia, Goiás.

<sup>2</sup>Docente do curso de engenharia de alimentos, Universidade Federal de Goiás-UFG, Goiânia, Goiás.

## Temperatura de operação

As temperaturas de secagem testadas foram de 80°C, 90°C e 100°C.

## Secagem da vinhaça utilizando leito de jorro (por aspersão)

Realizou-se o estudo em questão no laboratório de termofluidodinâmica e sistemas particulados, da engenharia de alimentos da Universidade Federal de Goiás

O equipamento utilizado é composto por: soprador radial de 7,5 CV (1), duas válvulas de controle de vazão do tipo esfera (2), um trocador de calor elétrico de 2000W (3), uma placa de orifício para medir vazão de ar controlador de temperatura na entrada do leito (4), o leito de jorro (5), termômetros de bulbo seco e bulbo úmido na saída de ar do ciclone (6), um ciclone Lapple (7) e o coletor (8), onde é realizada a coleta do material, conforme figura 1.

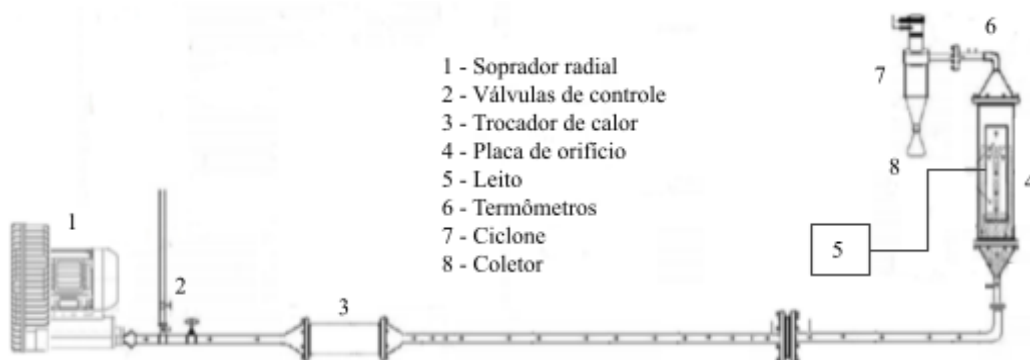


Figura 1. Diagrama esquemático do secador leito de jorro.

Fonte: PALONI, Igor; SANTOS, Jônatas; GOULART, Gilberto, 2019. (Adaptada)

## Carga de partículas inertes no leito de jorro

Foram testadas duas cargas de partículas inertes para utilização na secagem em leito de jorro, uma carga de 496 g de partículas inertes de polietileno de alta densidade e outra de 396g.

## RESULTADO E DISCUSSÃO

A temperatura do ar de secagem tem um efeito importante sobre o processo de retirada de líquido da dispersão. A partir desse pressuposto, a temperatura de 90°C apresentou-se mais eficiente para o presente processo de secagem em leito de jorro. Devido aos parâmetros operacionais utilizados. A alimentação por atomização se mostra mais eficiente, quando em comparação com a alimentação por gotejamento por proporcionar maior velocidade de transferência de calor e massa com o meio de aquecimento. A atomização promove a formação de microgotículas e aumenta a área de superfície, produzindo mais área de contato com o ar de secagem e maior campo no qual a umidade poderá escapar. Dependendo da vazão de alimentação, podem ser



<sup>1</sup> Acadêmico do curso de engenharia de alimentos, Universidade Federal de Goiás-UFG, Goiânia, Goiás.

<sup>2</sup> Docente do curso de engenharia de alimentos, Universidade Federal de Goiás-UFG, Goiânia, Goiás.



Figura 3. Produto final em pó com formação de aglomerados.  
Fonte: Autores, 2022.

secas em suspensão, ou quando entram em contato como o leito de partículas já aquecidas [1].

A alimentação por atomização apresenta como principal vantagem a otimização do tempo operacional [2]. Entretanto, nessas circunstâncias, durante o processo, o leito de jorro foi inundado pela alimentação excessivamente elevada da suspensão, encharcando o leito, promovendo, assim, a morte do jorro e aderência das partículas de inertes às paredes da célula de secagem (Figura 2), formando, ainda, caminhos preferenciais dentro do leito e gerando arraste de inertes para o ciclone. A taxa de alimentação, por encontrar-se acima de um valor de equilíbrio, fez com que a camada de recobrimento na superfície das partículas se tornasse espessa, conforme observado durante o experimento, o suficiente para promover pontes líquidas mais fortes levando a redução, tanto da

porosidade na região anular, quanto da pressão, reduzindo a taxa de agitação das partículas inertes [3].

Foi adotada 396 g, 100 g a menos do que a quantidade utilizada no início dos testes. A menor quantidade de material inerte permitiu que o jorro operasse com uma melhor taxa de circulação de partículas, nessa condição de operação. Dessa forma, foi possível reduzir a possibilidade de interrupção do jorro e realizar a secagem do material.

No experimento de secagem utilizando processo contínuo de alimentação e os parâmetros com melhor eficiência, apresentados anteriormente, obteve-se aproximadamente 1,00 grama de produto seco a partir de 700 ml de vinhaça líquida. A figura 3 apresenta o produto seco. O baixo rendimento do produto seco era esperado, devido à alta vazão de alimentação de suspensão no leito, que causou muitas interrupções no processo. O resultado obtido de umidade da vinhaça seca, encontra-se na tabela 1.

Tabela 1: Peso e teor de umidade, por infravermelho, da amostra obtida.

Amostra	Peso (g)	Teor de umidade (%)
Vinhaça	1,00	10,00

Fonte: Autor.

<sup>1</sup>Acadêmico do curso de engenharia de alimentos, Universidade Federal de Goiás-UFG, Goiânia, Goiás.

<sup>2</sup>Docente do curso de engenharia de alimentos, Universidade Federal de Goiás-UFG, Goiânia, Goiás.

## CONCLUSÃO

Para um bom desempenho do processo de secagem, é necessário ajustar as variáveis operacionais: vazão de ar de secagem, temperatura do ar de entrada no secador, carga de inertes e vazão de alimentação de suspensão; que possuem efeito direto no rendimento e na qualidade do produto final. Após diferentes combinações de variáveis, a inundação do leito durante os processos de secagem evidenciou que a vazão de alimentação da bomba peristáltica não estava na faixa de operação adequada, sendo necessária a redução da vazão de alimentação da vinhaça. A alimentação por atomização em processo contínuo se apresenta mais eficiente por otimizar o tempo e a qualidade do processo. Na continuidade dos testes, com a redução da vazão de alimentação, novos experimentos de secagem deverão ser realizados nas temperaturas de 80, 90 e 100°C a fim de obter a faixa de operação de maior eficiência; e também será possível variar a carga de inertes, interferindo, assim, na altura do leito. O produto final seco obtido, apresenta uma aplicação promissora na utilização para a fertilização dos solos.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1. POTT, N. N.; HOTCHKISS, J. H. **Foods science**. 5th ed. Maryland: Aspen Publishers, 1998. p. 439-500.
2. TONON, R. VALERIANO. **Secagem por atomização do suco de açaí**: influência das variáveis de processo, qualidade e estabilidade do produto. 2009. 203 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2009.
3. SOUSA, S. L. **Aplicação do processo de secagem em leito de jorro para obtenção de suco de caju em pó**. 2015. 105 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2015.

<sup>1</sup>Acadêmico do curso de engenharia de alimentos, Universidade Federal de Goiás-UFG, Goiânia, Goiás.

<sup>2</sup>Docente do curso de engenharia de alimentos, Universidade Federal de Goiás-UFG, Goiânia, Goiás.