

UTILIZAÇÃO DE ENERGIA SOLAR PARA O TRATAMENTO E APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS COMO BIOMASSA PARA BIOENERGIA

Carla D. Machado (IC)¹, Maisa Tonon Bitti Perazzini (PQ)¹

¹ Universidade Federal de Itajubá.

Palavras-chave: Secagem. Resíduo agroindustrial. Secador. Energia.

Introdução

O azeite é um óleo vegetal da azeitona colhida dos olivais, popularmente usado em alimentos gerais mas principalmente em saladas. Cultivada em 56 países, em todos os continentes (IBRAOLIVA, 2021), esse alimento vem ganhando cada vez mais demanda em sua produção, já que o consumo deste produto vem crescendo nos últimos anos, e o consumo de azeite vem superando a produção (Olive Oil Times, 2020).

Linear a este crescimento ocorre a geração de resíduos, que consequentemente também cresceu, já que em uma das etapas de extração do azeite é gerado uma massa da azeitona composta por água, cascas, sementes e óleo. Por isso, se faz necessário a utilização correta e proveitosa deste subproduto, de forma que não prejudique o meio ambiente com seu acúmulo inadequado.

O resíduo liberado no processo de produção do azeite tem potencial para diversas áreas de reaproveitamento, como por exemplo na nutrição animal, já que tem um alto teor de fibras, tornando-se necessário a adição de minerais, pois em sua composição há muito ácido oléico e os teores de tanino e digestibilidade são variáveis (MEDEIROS et al., 2016). De acordo com o mesmo autor, outra forma mais economicamente viável de utilizar o resíduo é realizar a compostagem e fertilização, se feita de forma correta pode trazer diversos benefícios para o solo.

Como a umidade do resíduo diminui seu potencial energético, a secagem torna-se uma alternativa para tratamento destes, podendo ser utilizados posteriormente para geração de bioenergia. No entanto, a secagem é uma operação que possui um elevado consumo energético, o que torna necessário a busca por processos alternativos de secagem, desta forma a secagem solar pode trazer muitas vantagens para o meio ambiente, para as empresas produtoras de azeite e para a população. Os resíduos que apresentam características propícias à sua exploração como fonte energética, precisam possuir uma concentração relativa em

determinado local, condições de umidade adequadas, teor de enxofre baixo, sem outros contaminantes e poder calorífico alto (MEDEIROS et al., 2016). Desta forma, o presente trabalho propôs um estudo da secagem do resíduo da indústria de azeite, bem como o projeto e contribuição na construção de um secador solar que possa ser aplicado ao tratamento térmico de resíduos agroindustriais.

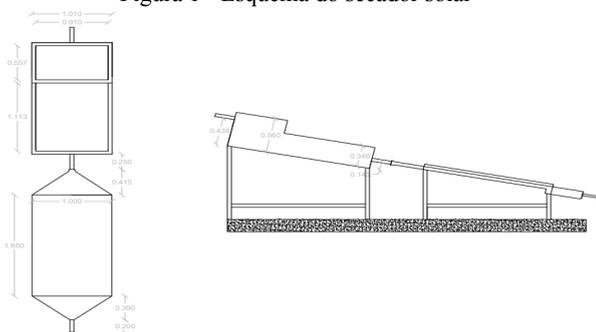
A principal motivação para a realização deste trabalho foi a grande quantidade de resíduo que vem sendo produzida tendo como oportunidade gerar um subproduto de valor agregado para a empresa, tendo como alternativa utilizar energia limpa e gratuita por meio da secagem solar. Desta forma, o estudo de secagem e caracterização deste resíduo torna-se imprescindível para conhecimento do material estudado, bem como o conhecimento das variáveis de operação que podem influenciar o processo.

Metodologia

Inicialmente foi feito uma revisão bibliográfica sobre secagem de biomassa e materiais orgânicos mais utilizados para geração de bioenergia, revisou-se dados sobre a potencialidade da secagem fotovoltaica e como possivelmente aplicar em resíduos de fácil acesso na região do sul de Minas Gerais, e constatou-se que Itajubá - MG possui grande potencial para a secagem solar com um índice de 5,25 kWh/m²/dia (RIBEIRO, 2017). Visto isso, foi realizado um projeto de um secador solar híbrido, que possibilitará a secagem de biomassa de forma sustentável, como mostra a Figura 1.

Devido ao atraso nos serviços de construção do secador solar, teve-se como alternativa estudar primeiramente a secagem do resíduo da indústria de azeite em um secador de túnel de vento, para que fosse possível conhecer as variáveis influentes no processo e o comportamento do resíduo durante o processo de secagem.

Figura 1 - Esquema do secador solar



Fonte: Autor, 2022

Coletou-se o resíduo diretamente da etapa final do processo de extração, na centrifugação, e imediatamente adicionado ao congelador de forma já fracionada em quantidades suficientes para um teste de secagem, este processo foi necessário pois o local de retirada do bagaço é em uma cidade distante do laboratório que foi realizado os testes, podendo prejudicar os resultados caso não fosse executada, já que a consistência e cor são modificadas após a exposição ao ar por um período de tempo, conforme mostra a Figura 2.

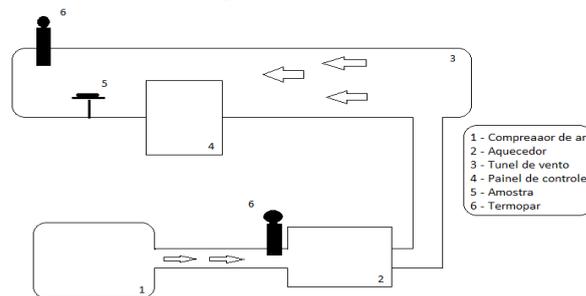
Figura 2 - Resíduo de azeite retirado da indústria e exposto ao ar por um longo período



Fonte: Autor, 2022

Para a secagem do resíduo utilizou-se um secador de túnel de vento, como mostra a Figura 3. O ar é fornecido ao sistema pelo compressor (1) e é aquecido por um sistema elétrico (2), a temperatura do ar é controlada por termopares (6) na entrada e na saída do secador. O ar é escoado até a amostra por um tubo metálico acoplado do aquecedor ao túnel de vento (3). Para posicionamento da amostra do resíduo existe um suporte (5) ligado a uma balança analítica que fornece dados de pesagem. Para o controle da temperatura e velocidade do ar existe um painel de controle (4) que possibilita configurar as especificações necessárias.

Figura 3 - Esquema do secador túnel de vento



Fonte: Autor, 2022

Os experimentos de secagem foram realizados para valores distintos de temperatura, velocidade do ar de secagem, e a espessura do material estudado, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Condições experimentais

| Experimento | Temperatura (°C) | Velocidade (m/s) | Espessura (cm) |
|-------------|------------------|------------------|----------------|
| 1 | 90,00 | 1,00 | 1,50 |
| 2 | 86,47 | 1,50 | 1,00 |
| 3 | 110,00 | 1,00 | 0,50 |
| 4 | 100,00 | 1,50 | 0,32 |
| 5 | 90,00 | 2,00 | 0,50 |
| 6 | 110,00 | 2,00 | 0,50 |
| 7 | 100,00 | 0,82 | 1,00 |
| 8 | 110,00 | 2,00 | 1,50 |
| 9 | 100,00 | 1,50 | 1,00 |
| 10 | 100,00 | 1,50 | 1,00 |
| 11 | 100,00 | 1,50 | 1,00 |
| 12 | 100,00 | 2,18 | 1,00 |
| 13 | 90,00 | 2,00 | 1,50 |
| 14 | 90,00 | 1,00 | 0,50 |
| 15 | 110,00 | 1,00 | 1,50 |
| 16 | 113,53 | 1,50 | 1,00 |
| 17 | 100,00 | 1,50 | 1,68 |

Fonte: Autor, 2022

Realizou-se também ensaios a picnometria para determinação da massa específica do resíduo.

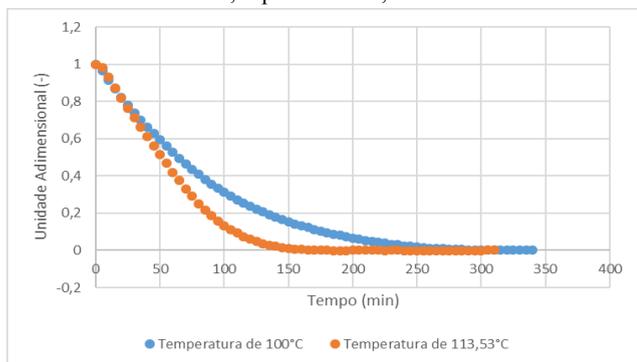
Resultados e discussão

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NO AR DE SECAGEM

A Figura 4 mostra a umidade adimensional pelo tempo, cujas temperaturas são 100°C e 113,53°C, respectivamente. As velocidades e espessuras fixas foram de 1,50 m/s e 1,00 cm. Já a Figura 5 mostra a taxa de secagem pela umidade em base seca.

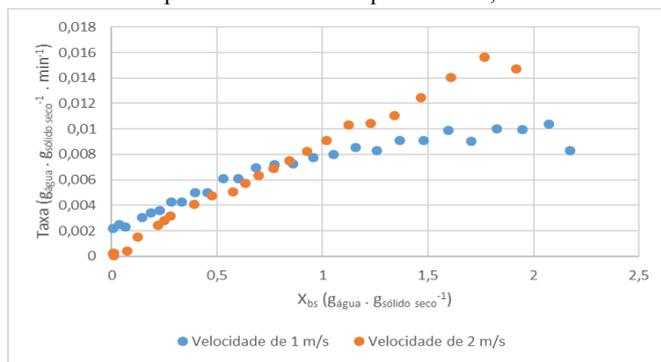
Com o aumento da temperatura para uma mesma espessura e velocidade em dois experimentos diferentes, é esperado que o tempo de secagem para uma maior temperatura seja menor, e foi exatamente o que aconteceu. Para a temperatura de 113,53°C houve uma tendência inicial de constância, que não houve para a temperatura de 100°C, e na estabilidade final de secagem, o experimento de menor temperatura atingiu estabilidade por volta dos 200 minutos, já o experimento de maior temperatura atingiu por volta dos 150 minutos.

Figura 4 - Umidade em função do tempo para velocidade de 1,50 m/s, espessura de 1,00 cm.



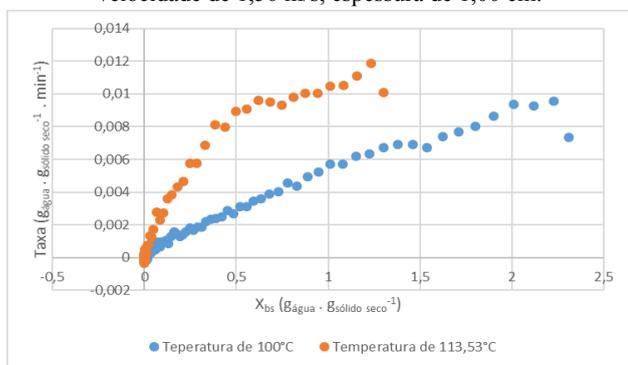
Fonte: Autor, 2022

Figura 7 - Taxa de secagem em função da umidade em base seca para temperatura de 90°C e espessura de 0,5 cm.



Fonte: Autor, 2022

Figura 5 - Taxa de secagem em função da umidade em base seca para velocidade de 1,50 m/s, espessura de 1,00 cm.

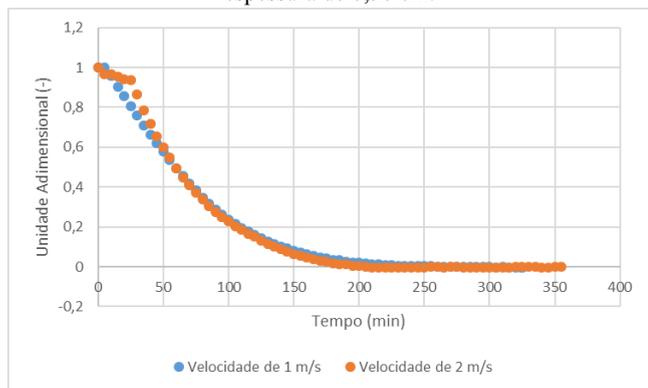


Fonte: Autor, 2022

INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE NO AR DE SECAGEM

A Figura 6 mostra a umidade adimensional pelo tempo, cujas velocidades são 2,00 m/s e 1,00 m/s, respectivamente. As temperaturas e espessuras fixas foram de 90°C e 0,50 cm. Já a Figura 7 mostra a taxa de secagem pela umidade em base seca.

Figura 6 - Umidade em função do tempo para temperatura de 90°C e espessura de 0,50 cm.



Fonte: Autor, 2022

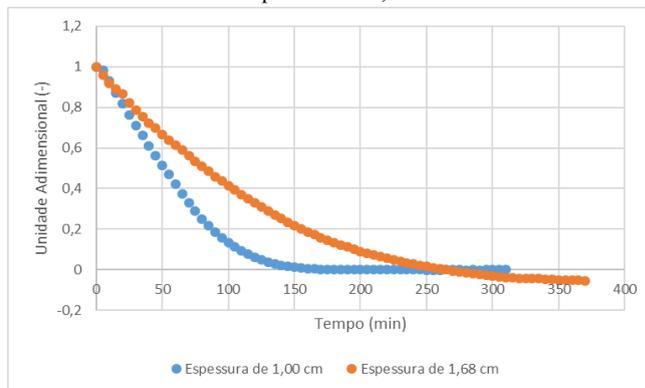
Como pode ser observado nas Figuras 6 e 7, para uma variação de velocidade não houve uma influência muito significativa no processo de secagem, já que o experimento 5 com velocidade de 2,00 m/s atingiu estabilidade praticamente no mesmo tempo que o experimento 14 de velocidade 1 m/s.

INFLUÊNCIA DA ESPESSURA NO AR DE SECAGEM

A Figura 8 mostra a umidade adimensional pelo tempo, cujas espessuras são 1,00 cm e 1,68 cm, respectivamente. As temperaturas e velocidades fixas foram de 100°C e 1,50 m/s. Já a Figura 9 mostra a taxa de secagem pela umidade em base seca.

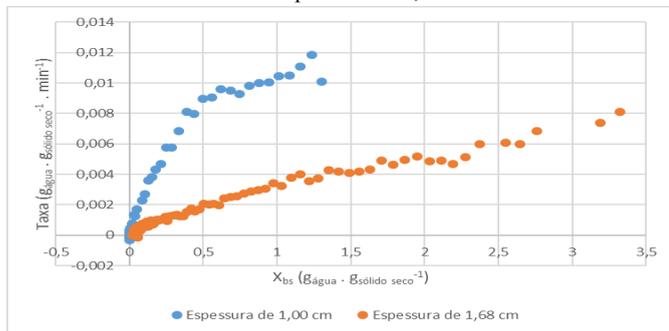
Como pode-se observar na Figura 8, com uma espessura menor houve um tempo muito menor para adquirir estabilidade na perda de umidade, tendo uma diferença de aproximadamente 100 minutos de uma espessura para a outra. Na taxa de secagem (Figura 9), para uma espessura menor é possível notar valores maiores da taxa.

Figura 8 - Umidade em função do tempo para temperatura de 100°C e espessura de 1,50 cm.



Fonte: Autor, 2022

Figura 9 - Taxa de secagem em função da umidade em base seca de 100°C e espessura de 1,50 cm.



Fonte: Autor, 2022

Com os resultados obtidos, verificou-se que a espessura interferiu mais significativamente do que a temperatura e velocidade do ar no processo de secagem. Comportamento que também foi apresentado nos resultados gráficos de SILVA et al, 2009 de banana maçã que mostra um menor tempo de secagem quando a espessura é menor e a temperatura é maior.

Com o baixo teor de umidade que o resíduo de azeite pode chegar, como foi apresentados nos resultados, e com seu poder calorífico de 2.800 - 3.000 Kcal/Kg (MEDEIROS et al., 2016) é notável um potencial energético, já que em comparação ao bagaço de cana de açúcar que tem poder calorífico de 2.300 Kcal/Kg a 40% de umidade (BARBOSA et al, 2018), o bagaço já é usado como fonte energética de biomassa.

PICNOMETRIA

Encontrou-se um valor médio de 2,7977 g/cm³ com desvio padrão de 1,7295 em uma temperatura média de 26°C para a densidade do resíduo *in natura* do azeite de oliva. Não foi encontrado na literatura a densidade do resíduo para comparações.

Conclusões

Com base na revisão bibliográfica, podemos concluir que o resíduo de azeite de oliva apresentou especificações de potencial para diversas aplicações, como a bioenergia, por exemplo. Os experimentos de secagem mostraram que a temperatura teve uma influência pequena, já que a diferença de tempo para atingir estabilidade entre os dois experimentos foi de aproximadamente 50 minutos, já para a velocidade não houve mudança relevante no tempo para os dois experimentos, e a espessura foi a que apresentou influência mais significativa no tempo de secagem, tendo uma diferença de 100 minutos. Esses parâmetros podem auxiliar futuramente na secagem do resíduo em

secador solar. Com isso, levando em consideração os resultados obtidos, espera-se que a utilização da secagem do resíduo de azeite no secador solar tenha resultados promissores tanto na questão ambiental quanto econômica, já que o processo possui elevado custo energético.

Agradecimento

Agradeço a orientadora Máisa Tonon Bitti Perazzini por sua dedicação e tutoria. Agradeço também ao CNPq pela oportunidade da bolsa de Iniciação Científica.

Referências

- READY, A. O Dia Mundial da Oliveira é celebrado em 26 de novembro | Notícias IBRAOLIVA. Acesso em: 14 set. 2022.
- Consumo de azeite definido para superar a produção para uma mudança - Olive Oil Times. Acesso em: 14 set. 2022.
- MEDEIROS, R. M. L. et al. Destinação e reaproveitamento de subprodutos da extração olivícola.. Scientia Agraria Paranaensis – Sci. Agrar. Paraná. 4 abr. 2016.
- BARBOSA, B. H.; SANTOS, C. S.; OLIVEIRA, S. Análise da eficiência energética do bagaço da cana na geração de vapor em uma usina sucroalcooleira. v. 8, n. 3, 3 dez. 2018.
- SILVA, A. S. et al. Cinética de secagem em camada fina da banana maçã em secador de leito fixo. v. 9, n. 2, 2009.
- MANDARINO, J. M. G.; ROESSING, A. C.; BENASSI, V. de T. Óleos: alimentos funcionais. Londrina: EMBRAPA Soja, 2005. 91 p.
- SANTANA E SILVA et al. Técnicas de secagem de frutas: uma revisão | Scientific Electronic Archives. sea.ufr.edu.br, 29 set. 2021.
- PARK, K. J. et al. Conceitos de processo e equipamentos de secagem. CT&EA - Centro de Tecnologia e Engenharia Agroindustrial. Mar. 2007.
- THOMAZINI, L. F. V. Estudo do comportamento da Temperatura e da umidade do ar no Interior de um Secador Solar Misto de Ventilação Natural, 2019.
- LEONE, E. Análise da eficiência energética e otimização de secadores rotativos. Dissertação da Universidade Federal de São Carlos, 2014.
- RIBEIRO, A. L. Energia solar fotovoltaica: viabilidade no segmento residencial. 2017. Mestrado em Ciências em Engenharia Elétrica – Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2017.