

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

Vitória Silva Serafini¹ (IC), Maisa Tonon Bitti Perazzini (PQ)¹

¹Universidade Federal de Itajubá- Campus Itajubá.

Palavras-chave: Resíduo Industrial. Secagem. Secador Solar.

Introdução

Naumoff & Peres (2000) citam que os resíduos sólidos são originados das atividades dos diversos ramos da indústria, tais como metalúrgica, química, petroquímica, papelreira, alimentícia etc., sendo bastante variados, podendo ser representados por cinzas, lodos, óleos, resíduos alcalinos ou ácidos, plásticos, papéis, madeiras, fibras, borrachas, metais, escórias, vidros e cerâmicas, dentre outros. Qualquer que seja o tipo de resíduo, há alguns banais que podem ser nocivos ao meio ambiente e ao ser humano, desta forma, se faz necessário o direcionamento do mesmo.

Uma das indústrias do ramo alimentício que mais vem crescendo é a produção de azeite de oliva. O Brasil é o segundo maior importador de azeite de oliva do mundo, de acordo com o International Olive Council (OIC) (AGRO, 2022). No processamento de azeitonas, tanto para extração do azeite quanto para produção de conservas, obtêm-se grande quantidade de subprodutos, sendo resíduos sólidos e líquidos, que devem ser tratados ou reaproveitados para prevenir danos ambientais oriundos de seu mau direcionamento (MEDEIROS; VILLA; SILVA; JÚLIO, 2016). As indústrias do setor têm procurado investir em alternativas que possibilitem o uso de seus resíduos, como adubo, herbicida, ração animal, óleo residual e a utilização do mesmo como biomassa para bioenergia.

A situação ambiental atual e todas as consequências que o planeta vem sofrendo devido, especialmente, ao uso dos combustíveis fósseis como principal fonte de energia, a busca por fontes alternativas na matriz energética e por combustíveis mais limpos vem ganhando espaço em nível mundial. O que se espera, de forma geral é que seja possível garantir o desenvolvimento econômico com inclusão social sem que ocorra uma agressão maior ao meio ambiente e à saúde humana. Uma alternativa para equilibrar este descompasso da utilização de fontes não renováveis, atrelada à questão ambiental é incentivar e fomentar a utilização da biomassa como fonte de energia primária e renovável (BORGES, 2022).

Nesse contexto, através de dados coletados e de pesquisas, observa-se o grande potencial da utilização do

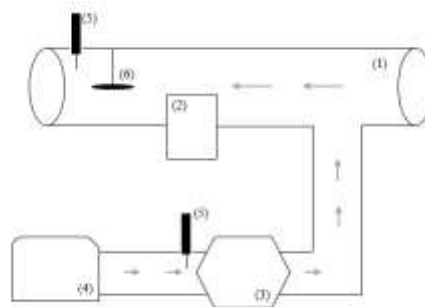
resíduo como biomassa para bioenergia. Logo, o objetivo geral do trabalho foi avaliar a utilização da secagem como forma de tratamento térmico de resíduos provenientes da Indústria Fio de Ouro localizada na cidade de Maria da Fé- MG, visando, futuramente, a aplicação da secagem solar como técnica alternativa aos secadores convencionais que demandam muita energia para realização do processo.

Metodologia

Primordialmente, realizou-se uma revisão bibliográfica sobre técnicas de caracterização e o processo de secagem solar e possíveis modelos de secadores. A fim de determinar os materiais e o modelo do secador solar construído, contou-se com o auxílio dos artigos científicos e o modo de operação desejado.

Entretanto, por consequência de atrasos não foi possível realizar os experimentos planejados de secagem no secador solar, necessitando, assim de uma alternativa. Utilizou-se, desta forma o secador de tunel de vento, apresentado na Figura 1.

Figura 1-Esquema do secador de bancada: (1) Túnel de vento; (2) Painel de controle; (3) Aquecedor; (4) Compressor de ar; (5) Termopar; (6) Suporte para amostra.



Fonte: (Autor, 2022).

O equipamento, antes de qualquer experimento precisou ser calibrado por 7 horas a para obter-se dados mais precisos. O mesmo possui um sistema computacional acoplado que coletava as massas em intervalos de tempo pré-determinados.

Coletou-se amostras de resíduos, produzidos na indústria Fio de Ouro situada em Maria da Fé- MG, que se encontrava pastoso com elevada umidade e com granulado da semente. Esse material era armazenado no congelador de geladeira caseira com o intuito de manter suas características físicas ao longo do experimento, visto que a produção do azeite era descontínua. Antes de cada experimento o material permanecia cerca de 12 horas em temperatura ambiente.

Com amostra pronta, parte-se para o preparo da secagem. Inicialmente, coletou-se a umidade e a temperatura dentro e fora do equipamento com o auxílio do Higrômetro e pesou-se, com uma balança de bancada, o recipiente vazio no qual a amostra seria colocada. Feito isso, colocou-se o resíduo no recipiente em uma espessura pré-determinada e pesou-se novamente. Posteriormente, encaminhou-se o resíduo para o suporte dentro do túnel de vento.

Estabilizado a massa do resíduo, retirou-se o mesmo do secador e o encaminhou para a estufa a 105 °C, no qual permaneceu por 24 horas. Após esse período, a amostra foi levada para o dessecador e, depois de 30 minutos, foi pesada novamente. Finalmente, a amostra foi armazenada.

As condições operacionais utilizadas neste trabalho (Tabela 1), foram determinadas com base em um planejamento experimental do tipo composto central. Foram avaliadas 3 variáveis independentes, sendo estas a espessura, a temperatura e a velocidade do ar de secagem.

Tabela 1-Condições experimentais das práticas desenvolvidas.

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).

Obtido os valores de massa por tempo, partiu-se para determinação da umidade em base úmida, utilizando-se a Equação (1).

$$U_{BU} = \frac{(m_i - m_{final})}{m_{inicial}} * 100 \quad (1)$$

Sendo, “ m_i ” a massa referente ao tempo i, “ m_{final} ” a massa obtida depois do dessecador e “ $m_{inicial}$ ” a primeira massa obtida pelo computador acoplado no secador.

Ademais, a fim de caracterizar o resíduo seco, foram realizados ensaios para a determinação de calor específico e massa específica aparente através da calorimetria e da picnometria, respectivamente.

Resultados e discussão

A Figura 2 apresenta amostras coletas, respectivamente, pré- secagem e pós- dessecador.

Figura 2- Resíduo pré- secagem e pós- dessecador.



Fonte: (Autor, 2022).

Com base nos dados de cinética de secagem, tendo que a umidade de base úmida de 10% é considerada ótima para armazenagem. Dessa forma, Tabela 2 apresenta os resultados de tempo requerido para obter essa condição.

Tabela 2-Tempo requerido para as condições operacionais avaliadas.

Temperatura (°C)	Velocidade (m/s)	Espessura (cm)	Tempo (minutos)
90,00	1,00	1,50	395
86,47	1,50	1,00	120
110,00	1,00	0,50	115
100,00	1,50	0,32	42
90,00	2,00	0,50	125
110,00	2,00	0,50	52
100,00	0,82	1,00	105
110,00	2,00	1,50	105
100,00	1,50	1,00	95
100,00	1,50	1,00	125
100,00	1,50	1,00	76
100,00	2,18	1,00	138
90,00	2,00	1,50	85
90,00	1,00	0,50	105
110,00	1,00	1,50	134
113,53	1,50	1,00	160
100,00	1,50	1,68	210

Fonte: (Autor, 2022).

Iniciou-se o tratamento de dados baseado na regressão múltipla. Foram definidas como variáveis independentes: temperatura, velocidade e espessura do resíduo; enquanto a resposta avaliada foi o tempo necessário para se obter uma umidade em base úmida de 10 %. A Tabela 3 apresenta os coeficientes de regressão obtidos para o tempo apresentado.

Tabela 3-Significância dos coeficientes de regressão para o tempo requerido.

Fator	Coefficiente de Regressão	Erro Padrão	Teste t (7)	p-valor	-95% Limite de Confiança	+95% Limite de Confiança
Constante	101,4131	36,7644	2,7585	0,0282	14,4790	188,3472
Temperatura (T) (L)	-42,8532	41,4846	1,0329	0,3360	-140,9490	55,2422
Temperatura (T) (Q)	38,3002	54,7116	0,7000	0,5065	-91,0720	167,6725
Velocidade (V) (L)	-57,8545	41,4846	1,3946	0,2058	-155,9500	40,2409
Velocidade (V) (Q)	18,0921	54,7116	0,3307	0,7506	-111,2800	147,4644
Espessura (E) (L)	94,2085	41,4846	2,2709	0,0574	-3,8870	192,3039
Espessura (E) (Q)	23,0076	54,7116	0,4205	0,6867	-106,3650	152,3799
T (L) x V (L)	49,5000	50,0871	0,9883	0,3559	-68,9370	167,9372
T (L) x E (L)	-44,5000	50,0871	0,8884	0,4038	-162,9370	73,9372
V (L) x E (L)	-74,0000	50,0871	1,4774	0,1831	-192,4370	44,4372

Fonte: (Autor, 2022).

Observou-se a influência das variáveis independentes pela análise de regressão linear e da significância estatística, o “p-valor”. A última, está relacionada com o nível de significância da variável independente sobre a resposta. Quando adota-se um

intervalo de confiança de 95% - um “p-valor” inferior a 0,05- afirma-se que tal variável é estatisticamente significativa. Na Tabela 3 o “(L)” representa o termo linear e “(Q)” representa o quadrático. Ademais, não foi observado nenhuma tendência de influência das variáveis analisadas, logo, acredita-se que seria necessário mais análises experimentais.

Considerando os coeficientes de regressão de todos os efeitos, o modelo para o tempo requerido é dado pela Equação (2). Entretanto, a equação não representa adequadamente o sistema avaliado, pois apresenta $R^2 = 0,6481$, mostrando sua não adequação ao tratamento de dados de regressão múltipla.

$$t = 101,41 - 42,85 * T + 38,30 * T^2 - 57,85 * V + 18,09 * V^2 + 94,21 * E + 23,00 * E^2 + 49,50 * T * V - 44,5 * T * E - 74,00 * V * E \quad (2)$$

No qual, “t” é o tempo requerido, “T” é a temperatura do ar de secagem, “V” é a velocidade do ar aquecido e “E” é a espessura da amostra.

Por fim, obteve-se as características do resíduo seco, obtendo um valor de 0,73 cal/g°C de calor específico e 0,63 g/mL de densidade específica aparente.

Conclusões

O resíduo obtido da produção de azeite de oliva possui um potencial energético significativo considerando as pesquisas realizadas e os experimentos listados, sendo uma biomassa indicada para cogeração de energia. Ademais, a de construção do secador solar projetado não foi concluída, uma vez que as etapas necessárias dependiam de terceiros, porém, pelo projeto, acredita-se que será o secador adequado para tal atividade.

Os dados de secagem, realizados no secador de bancada, mostraram o comportamento do resíduo durante o processo, fornecendo informações importantes que poderão ser usadas no secador solar. Pela análise estatística, a princípio, não foi possível afirmar nenhuma tendência de influência das variáveis, sendo necessário mais testes experimentais para verificar qual seria a variável com maior interferência. Além disso, o modelo empírico obtido, também, não representou satisfatoriamente os dados, uma vez que o R^2 obtido foi distante da unidade.

A caracterização do resíduo seco foi de suma importância, visto que, as condições de operação e armazenagem dependem do conhecimento do material. Contudo, seria interessante a realização de uma caracterização mais aprofundada, como o poder calorífico e composição detalhada do material. Em

síntese, acredita-se que os resultados obtidos sejam um ponto de partida para incentivar e alavancar pesquisas na área de bioenergia utilizando biomassa.

Agradecimento

À professora Maisa Tonon Bitti Perazzini pela oportunidade, confiança e incentivo durante a orientação da pesquisa. À Universidade Federal de Itajubá, pelo fomento que possibilitou a realização deste trabalho. Aos meus pais, familiares, amigos e ao meu parceiro de vida, que estiveram ao meu lado durante a realização deste trabalho e contribuíram direta e indiretamente, enriquecendo o meu processo de aprendizado.

Referências

BORGES, Ane Caroline Pereira et al. ENERGIAS RENOVÁVEIS: UMA CONTEXTUALIZAÇÃO DA BIOMASSA COMO FONTE DE ENERGIA. REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA, Fortaleza, v. 10, n. 2, mar. 2017. ISSN 1982-5528. Disponível em: <http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/239>. Acesso em: 29 jun. 2022.

MEDEIROS, R.M.L.; VILLA, F.; SILVA, D.F.; JÚLIO, L.R.C.. Destinação e Reaproveitamento de Subprodutos da Extração Olivícola. Scientia Agraria Paranaensis, [S.L.], v. 15, n. 2, p. 100-108, 30 jun. 2016. Revista Scientia Agraria Paranaensis (SAP). <http://dx.doi.org/10.18188/1983-1471/sap.v15n2p100-108>.

AGRO, Canal. Produção de azeite de oliva cresce exponencialmente no Brasil. 2022. Disponível em: <https://summitagro.estadao.com.br/noticias-do-campo/producao-de-azeite-de-oliva-cresce-exponencialmente-no-brasil/>. Acesso em: 18 set. 2022.

NAUMOFF, Alexandre Feraz; PERES, Clarita Schwartz. Reciclagem de matéria orgânica. In: D'ALMEIDA, Maria L. O.; VILHENA, André. Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000.