

Determinação da umidade de cavaco de eucalipto em estufa e micro-ondas

Eduardo Zanella Wonsoski^{1,*}; Augustinho Borsoi¹

¹ Curso de Agronomia do Centro Universitário FAG, Cascavel, Paraná.

* ezwonsoski@gmail.com

Resumo: O comparativo de determinação de umidade de cavaco em micro-ondas tem o intuito de agilizar o processo de determinação e facilitar as operações de recebimento do material. Neste sentido, o presente objetivo do trabalho é avaliar a metodologia de determinação de umidade de cavaco de eucalipto em estufa e micro-ondas. O experimento foi realizado no mês de abril de 2023 no laboratório de sementes da Fundação Assis Gurgacz, no município de Cascavel – PR. Para o experimento foi utilizado o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com tratamentos 100 g por 2 min; 100 g por 5 min; 100 g por 6 min; 250 g por 2 min; 250 g por 5 min; 250 g por 6 min em micro-ondas; 100 g estufa 24 h e 250 g estufa 24 h. Foram separadas amostras de cavaco de 100g e 250g em cadinhos com 3 repetições por tratamentos, essas amostras foram levadas ao micro-ondas na potência de 90%, durante 2min; 5min; 6min por repetição. Também foram separadas amostras de cavaco de 100g e 250g em cadinhos e levadas a estufa aquecida a 105° durante um período de 24hr, após realizado a secagem do cavaco foi calculado a umidade de cada amostra. Conclui-se, que o método para determinar umidade em micro-ondas é viável e eficaz, onde destaca-se tratamento 250 g 5 min com resultado semelhante ao tratamento de 100 g estufa 24 h.

Palavras-chave: Compra de cavaco; Secagem de cavaco; Método gravimétrico.

Determination of eucalyptus chip moisture in greenhouse and microwave

Abstract: The comparative analysis of moisture determination in wood chips using microwave technology aims to expedite the determination process and streamline material receiving operations. In this regard, the objective of this study is to evaluate the methodology for determining the moisture content of eucalyptus chips using both a traditional oven and a microwave. The experiment was conducted in April 2023 at the Seed Laboratory of the Assis Gurgacz Foundation in Cascavel, PR, Brazil. A Completely Randomized Design (CRD) was employed, with the following treatments: 100 g for 2 min, 100 g for 5 min, 100 g for 6 min, 250 g for 2 min, 250 g for 5 min, 250 g for 6 min in the microwave, 100 g in the oven for 24 hours, and 250 g in the oven for 24 hours. Samples of 100 g and 250 g of wood chips were placed in crucibles, with 3 repetitions per treatment. These samples were subjected to microwave irradiation at 90% power for 2 min, 5 min, and 6 min per repetition. Likewise, samples of 100 g and 250 g of wood chips were placed in crucibles and dried in an oven heated to 105°C for a period of 24 hours. After drying, the moisture content of each sample was calculated. In conclusion, the microwave method for determining moisture content is viable and effective, with the 250 g for 5 min treatment yielding similar results to the 100 g in the oven for 24 hours treatment.

Keywords: Purchase of wood chips; Wood chip drying; Gravimetric method.

Introdução

Ao comprar cavaco é necessário saber a umidade que está presente na matéria, pois a água é um material inerte e quando se trata de biomassa para combustão acaba sendo massa desnecessária para ser adquirida e transportada. O cavaco vem sendo utilizado em secadores e caldeiras para secagem e beneficiamento de grãos em agroindústrias.

A região oeste do Paraná é responsável pela produção de 20% de toda a soja produzida no estado, 35% do milho e 13% do trigo, demonstrando claramente a importância da região no setor do agronegócio. Da mesma forma a região tem números expressivos na produção de proteína animal, possuindo o maior rebanho de suínos no Paraná, com 65%, 32% da produção de aves e 78% da produção de peixes, principalmente tilápia. Essa pujança do agronegócio leva a necessidade de plantios comerciais energéticos, prioritariamente eucalipto, para atendimento da demanda do setor do agronegócio. Isto torna-se um cenário desafiador para o setor na região, levando a necessidade de produzir e consumir matéria-prima florestal de maneira eficiente (CORRADI *et al.*, 2021).

O Gênero *Eucalyptus* pertence à família *Myrtaceae* é originário da Austrália e possui mais de 700 espécies cadastradas, mais uma vasta quantidade de subespécies e híbridos. O mesmo é a árvore mais cultivada em regiões tropicais e subtropicais, no Brasil encontra as condições ideais para seu desenvolvimento (AMARAL, 2018).

Segundo a Embrapa (2019), o eucalipto mostra grande importância comercial na economia brasileira, são 5,5 milhões de hectares plantados com este gênero, com média de produtividade de $39 \text{ m}^3/\text{ha}^{-1}/\text{ano}$. O eucalipto tem sido muito utilizado pelo seu rápido desenvolvimento e capacidade de adaptação às diversas regiões ecológicas. A madeira do eucalipto tem sido utilizada para diversas finalidades, entre elas para fornecer energia térmica para secadores de grãos e agroindústrias.

Uma forma de utilizar esse eucalipto é como biomassa energética, como cavaco, por exemplo. O cavaco é formado por pequenos pedaços de madeira obtidos através da picagem ou destocamento, com comprimento entre 5 e 50 mm, obtidos por estilhaçamento na direção da fibra nos picadores a disco ou em corte reto nos picadores a tambor. Este material contém ainda pedaços maiores e uma quantidade de finos. Para ser utilizado como combustível e manter a eficiência da produção o ideal é que a umidade do cavaco seja inferior a 30 % (CERAGIOLI, 2013).

De acordo com Corradi (2021) o teor de umidade do cavaco é um dos parâmetros de maior influência na eficiência de combustão nas caldeiras que utilizam madeira como biomassa. A água reduz o poder calorífico da madeira devido a energia gasta para realizar sua evaporação

nas fornalhas. Quando o teor de umidade for muito variável, se torna difícil o controle do processo de combustão pode e consequentemente variar o processo de produção de energia.

Para determinação do teor de umidade da madeira o método mais utilizado é o da norma ABNT NBR 14929 (ABNT, 2003), o mesmo é nomeado como método gravimétrico e apresenta algumas desvantagens, por destruir a massa e demorar para se ter o resultado. No entanto, existem outras formas para determinar o teor de umidade da madeira, por exemplo, medidores elétricos proporcionam o resultado imediatamente.

O processo de determinar o teor de umidade através do micro-ondas ainda é novo e sem estudos concretos, porém, acredita-se que será eficaz pela rapidez em que a água é extraída do material. O micro-ondas gera ondas de rádio de altíssima frequência criando um campo elétrico revertendo a sua direção 2 bilhões de ciclos por segundo (DONATO, 2013).

Segundo Amaral (2018) o método de determinação da umidade utilizando micro-ondas para obter a umidade da madeira é ainda pouco utilizado, porém possui grande potencial futuro para se obter resultados em curto tempo. O princípio de funcionamento segue o método gravimétrico, ou seja, o material em estudo tem sua massa aferida inicialmente com o auxílio de uma balança, posteriormente é levado ao micro-ondas até que a mesma seja estabilizada, obtendo-se assim a umidade do cavaco.

Neste sentido, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a metodologia de determinação de umidade de cavaco de eucalipto em estufa e micro-ondas.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no mês de abril de 2023 no laboratório de sementes da Fundação Assis Gurgacz, no município de Cascavel – PR.

As amostras de cavaco de eucalipto, foram obtidas na Serraria Cassol na cidade de Guaraniaçu – PR, o cavaco utilizado para o experimento é classificado como cavaco arrancado, com tamanhos de 5 cm altura por 2 cm largura por $\Rightarrow$ 1 cm comprimento é obtido a partir das lascas das toras que são cortadas para fazer tabuas e palanques.

O delineamento experimental utilizado foi o DIC com seis tratamentos e 3 repetições. Foram utilizadas amostras de 100 g por 2 min; 100 g por 5 min; 100 g por 6 min; 250 g por 2 min; 250 g por 5 min; 250 g por 6 min em micro-ondas; 100 g estufa 24 h e 250 g estufa 24 h para determinar a umidade gravimétrica.

Foram separadas amostras de cavaco de 100 g e 250 g em cadinhos e divididos os tratamentos amostra de 100 g tratamento R1; R2 e R3, amostra de 250 g tratamento R1; R2 e

R3 (Figura 1). Essas amostras foram levadas ao micro-ondas na potência de 90 %, durante 2 min; 5 min; 6 min por repetição (Figura 2).

Após colocar no micro-ondas as amostras foram levadas a estufa e determinar a umidade residual. Também foram separadas amostras de cavaco de 100 g e 250 g em cadinhos e levado a estufa aquecida a 105° durante um período de 24 h (Figura 3), após realizado a secagem do cavaco foi calculado a umidade de cada amostra.

Foram realizados os cálculos de teor de umidade em % e os dados submetidos a teste de normalidade de Shapiro Wilk, atestada a normalidade foi realizada a análise de variância e teste de Tukey, a 5 % de probabilidade de erro, com auxílio do software GENES, (CRUZ, 2016).

Figura 1. Amostras de cavaco.



Figura 2. Amostras no micro-ondas.



Figura 3. Amostras na estufa.



Resultados e Discussão

De acordo com os dados apresentados na Tabela 1, verifica-se que, foi houve diferença estatística significativa entre os tratamentos ($p < 0,05$).

Tabela 1 – Resumo da análise de variância e teste de comparação de médias de Tukey para a umidade de cavaco de eucalipto submetido a secagem em estufa e micro-ondas.

Fontes de variação	Quadrado médio
TRATAMENTOS	234,463 **
Média geral (%)	32,39 %
CV (%)	5,99
TRATAMENTOS	Umidade (%)
100 g 2 min	15,70 e
100 g 5 min	38,07 ab
100 g 6 min	37,03 ab
250 g 2 min	32,70 bc
250 g 5 min	39,90 a
250 g 6 min	30,73 c
100 g estufa 24 h	41,33 a
250 g estufa 24 h	23,70 d

**: significativo ao nível de 1 % de significância pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.

Com este resultado apresentado na Tabela 1, onde os tratamentos 100 g estufa 24 h e 250 g 5 min com respectivas umidades 41,33% e 39,90% não se diferenciam estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro e concorda com Danilo (2013) onde a análise de umidade de toras de 10 -12 cm onde umidade média ficou em 39,51%.

O teor de umidade é um dos parâmetros de maior influência na eficiência de combustão da madeira nas caldeiras de biomassa, diminuindo o poder calorífico com o aumento da umidade da madeira.

As amostras de 100 g por terem menos massa, ao serem levadas para micro-ondas apresentam alta capacidade de secagem podendo até acender o cavaco por conta da alta temperatura centralizada.

Corradi (2021) trabalhando com diferentes fontes de cavaco de eucalipto encontrou teores de umidade das biomassas de eucalipto de árvores inteiras de 36,05% e cavaco de

eucalipto de resíduos de serraria de 35,45%, ficando abaixo do valor limite de 40% estipulado pelo mercado.

Recomenda-se mais estudos com outras fontes de cavacos, além de diferentes dimensões, bem como diferentes tamanhos de amostras de trabalho.

Conclusão

Com o estudo sobre determinação de umidade de cavaco em estufa e micro-ondas, conclui-se, que o método para determinar umidade em micro-ondas é viável e eficaz, onde destaca-se tratamento 250 g 5 min com resultado semelhante ao tratamento de 100 g estufa 24 h.

Referências

AMARAL, E. A. **estimativa da umidade em cavacos de madeira por espectroscopia no infravermelho próximo**. 2018. Dissertação (mestrado acadêmico) – Universidade Federal de Lavras, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **ABNT**. **NBR 11** Madeira: determinação da densidade básica. Rio de Janeiro, 2003. 6 p. Acesso: 10/05/2023

CERAGIOLI, N. S. **Qualidade de cavacos produzidos em sistemas florestais de curta rotação de eucalipto para fins energéticos**. 2013. viii, 47 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, 2013.

CORRADI, G. M. **Qualidade energética de diferentes biomassas florestais utilizadas no Oeste Paranaense**. 2021. 38 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel – PR, 2021.

CORRADI, G. M.; HOLLER, W. A.; MOREIRA, J. M. M. Á. P. GOMES, J. B. V.; OLIVEIRA, E. B. **Oferta e demanda de madeira para energia térmica na região oeste paranaense: Fase I: municípios formadores da Bacia do Paraná 3 e Palotina**. Colombo: Embrapa Florestas, 2021

CRUZ, C. D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum**, v. 38, n. 4, p. 547-552, 2016.

DONATO, D.B.; **MÉTODOS DE AMOSTRAGEM E DE DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE DA MADEIRA EM TORA**. 2013. Disponível em: <https://poscienciaflorestal.ufv.br/wp-content/uploads/2020/07/Danilo-Barros-Donato1.pdf> (ufv.br) Acesso: 12/05/2023

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Embrapa Florestas (2019)**. Disponível em : <https://www.embrapa.br/florestas/transferencia-de-tecnologia/eucalipto#:~:text=O%20Eucalipto%20tem%20grande%20import%C3%A2ncia,39%20m%C2%B3%2Fha%2Fano>. Acesso: 12/05/2023.