

CONSTRUÇÃO E TESTE DE PICNÔMETRO A AR UTILIZANDO-SE MATERIAL RECICLÁVEL

MANOEL DE SANTANA DE CAMPOS¹, DOUGLAS ROMEU DA COSTA²,
WELINGTON GONZAGA DO VALE³, JANYELLE DO NASCIMENTO SILVA⁴,
DOMINGOS SILVA BARROS⁵, RODOLFO FERREIRA MOURA⁶

¹ Eng. Agrícola, Bacharel em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias Aplicadas, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão – SE, manoelcampos@academico.ufs.br.

² Eng. Agrícola, Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, CCAA/UFS, São Cristóvão – SE.

³ Eng. Agrícola, Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, CCAA/UFS, São Cristóvão – SE.

⁴ Graduanda em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, CCAA/UFS, São Cristóvão – SE.

⁵ Eng. Agrícola, Bacharel em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, CCAA/UFS, São Cristóvão – SE.

⁶ Eng. Agrícola, Bacharel em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, CCAA/UFS, São Cristóvão – SE.

Apresentado no
LII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2023
18 a 21 de outubro de 2023 – Ribeirão Preto - SP, Brasil

RESUMO: O picnômetro é um equipamento capaz de analisar a porosidade dos grãos, o qual podemos denominar de método indireto. Objetivou-se, com esse estudo, o desenvolvimento de um picnômetro com uso de materiais recicláveis. As atividades foram realizadas no Laboratório de Construções Rurais, Energia e Armazenamento de Grãos (CREAG) do Departamento de Engenharia Agrícola (DEAGRI) da Universidade Federal de Sergipe (UFS). Foram utilizados materiais como aço inoxidável e equipamentos como válvulas de vedação e um manômetro analógico de precisão. Para calibração do equipamento, foi realizada a análise pelo método direto (teste do óleo). Os resultados obtidos demonstraram uma instabilidade do equipamento, visto que a porosidade mensurada por meio do picnômetro variou entre 43,57 a 50,25%, enquanto no método de referência a mesma permaneceu constante em 42%. Concluiu-se que há necessidade de modificar alguns componentes a fim de melhorar sua acurácia.

PALAVRAS-CHAVE: Secagem de grãos, porosidade, umidade relativa.

CONSTRUCTION AND TESTING OF AN AIR PICNOMETER USING RECYCLABLE MATERIAL

ABSTRACT: The picnometer is a device capable of analyzing the porosity of grain, which can be referred to as an indirect method. This study aimed to develop a picnometer using recyclable material. The activities were conducted at the Laboratory of Rural Constructions, Energy, and Grain Storage (CREAG) within the Department of Agricultural Engineering (DEAGRI) at the Federal University of Sergipe (UFS). Stainless steel and equipment such as sealing valves and a precision analog manometer were used for this purpose. To calibrate the equipment, analysis was performed using the direct method (oil test). The results obtained demonstrated instability of the equipment, as the measured porosity using the picnometer ranged from 43,57% to 50,25%, while the reference method remained constant at 42%. It is concluded that modifications to certain components are necessary to improve its accuracy.

KEYWORDS: Grain drying, porosity, relative humidity.

INTRODUÇÃO: Grãos com menor porosidade apresentam maior resistência à passagem do ar, dificultando a secagem e aeração de grãos. A porosidade é um parâmetro importante na definição da capacidade de silos, armazéns e transportadores de grãos, assim como no dimensionamento de moegas e transportadores (GUIMARÃES et al., 2015). A massa porosa é composta por grãos e espaços intergranulares, e a porosidade média varia entre 45% e 50% (RUFFATO et al., 1999). A massa específica granular, conhecida como peso do hectolitro, é essencial para a comercialização e dimensionamento de estruturas e sistemas de transporte de grãos (ELIAS, 2008). O tamanho e a forma dos grãos influenciam as propriedades físicas dos produtos e são utilizados para o dimensionamento de equipamentos de separação e classificação (SILVA, 2008). Com base em testes de porosidade do milho, observou-se resultados dentro da normalidade, variando de 40% a 47%, acompanhados de teores de umidade adequados (BROOKER et. al, 1992). O objetivo do trabalho foi a construção e teste de um picnômetro de comparação a ar para determinar a porosidade intergranular de produtos agrícolas.

MATERIAL E MÉTODOS: O Picnômetro foi desenvolvido no Laboratório de Construções Rurais, Energia e Armazenamento de Grãos (CREAG) da Universidade Federal de Sergipe (UFS) e sua construção ocorreu em uma oficina em Aracaju - Sergipe. Foi construído com materiais como o aço inoxidável (ref. 316), incluindo dois cilindros com diâmetro de 25 mm e medidas de 245 mm de altura por 116 mm de diâmetro interno e 117 mm de diâmetro externo, (Figura 1).



FIGURA 1. Vista lateral dos cilindros de compressão do protótipo picnômetro a ar em 3D.

Foram utilizadas três válvulas de vedação, sendo uma delas de aço inoxidável, um manômetro analógico de precisão para ar com pressão de 21kg/cm², e dois adaptadores com flanges. Entre os cilindros foi utilizado um duto de aço inoxidável de ½" para a passagem de ar, controlada por uma válvula de interligação. Os cilindros foram rosqueados na parte superior interna, com a colocação da parte de fundo fixada e soldada em inox. Um compressor de ar com capacidade de pressão máxima de 120 lbf/pol² (8,31kgf/cm²) foi utilizado (Figura 2).



FIGURA 2. Picnômetro instalado no compressor.

De acordo com MOHSENIN (1986), a porosidade foi determinada pelo método indireto usando o picnômetro. A porosidade da massa do milho foi determinada em três repetições para cada nível de umidade da variedade estudada. Para determinar o espaço poroso intersticial, utilizou-se uma proveta graduada de 250 ml preenchida com grãos de milho e outra proveta de 100 ml contendo óleo vegetal não absorvível pelos grãos. O volume de óleo gasto correspondeu aos espaços preenchidos pelo líquido, determinando-se assim a porosidade. Um sistema de coleta de dados foi desenvolvido no Laboratório CREAG, que consistia em um kit de Arduino UNO para avaliar dados de temperatura e umidade. Foram utilizados dois sensores DSB18b20 e dois sensores DHT22. O sensor DSB18b20 é capaz de ler e enviar informações de temperatura em graus Celsius com precisão de até $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. O sensor DHT22 é um sensor de temperatura e umidade que opera na faixa de -40 a $+80$ graus Celsius e 0 a 100% de umidade relativa. Esses sensores foram utilizados para coletar dados durante o dia, sendo coletados 540 gramas de milho em três partes de 180 gramas para testes de porosidade com óleo. Os dados coletados pelo sistema foram analisados para fins de pesquisa e obtenção de resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os resultados da análise da porosidade média dos grãos indicaram que, durante os intervalos de 3 a 9 e 10 a 15 dias, a porosidade média atingiu 54,78%. Após a secagem dos grãos por 7 a 13 dias, a porosidade média atingiu 50,31%, o que sugere uma redução na porosidade à medida que o grão é submetido a secagem. A diminuição da porosidade dos grãos é um resultado esperado uma vez que a remoção gradual de água presente nos poros contribui para essa redução. A análise comparativa entre o picnômetro e o método direto revelou diferenças significativas nos valores de porosidade obtidos. Enquanto o picnômetro indicou variações entre 43,57 a 50,25%, o método de referência manteve o percentual de porosidade constante em 42% (Figura 3).

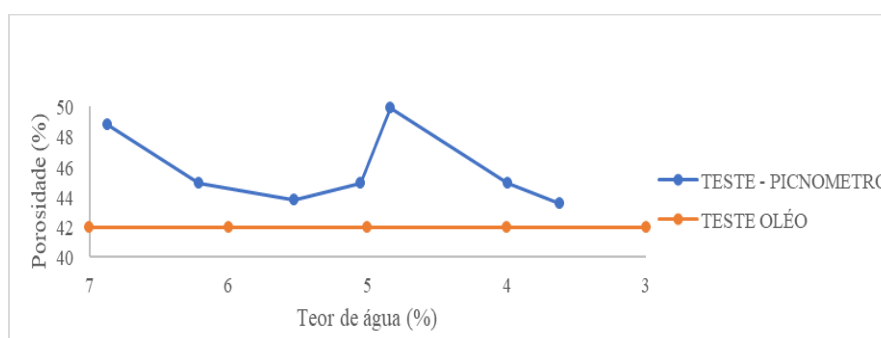


FIGURA 3. Gráfico porosidade x teor de água.

A porosidade é influenciada por vários fatores, como forma, tamanho dos grãos apresentam espaço intergranular de cerca de 40 a 45%. A secagem dos grãos causa redução no volume e alterações nas propriedades físicas devido à contração volumétrica e redução do teor de água. Supõe-se que tais variações se deve à precisão do manômetro utilizado e/ou ao acoplamento da válvula de abertura do sistema ao cilindro 2, tal condição pode fazer com que uma maior quantidade de grãos estejam atreladas ao cilindro.

CONCLUSÕES: O picnômetro apresentou instabilidade a qual resultou em oscilações da medição do percentual de porosidade do grão. Se faz necessário realizar alguns ajustes a fim de otimizar sua acurácia, onde, um sistema de abertura independente pode diminuir o erro encontrado anteriormente. Uma alternativa adicional consistiria na substituição do manômetro em uso por um de maior precisão.

REFERÊNCIAS:

BROOKER, D.B.; BAKKER-ARKEMA, F.W.; HALL, C.M. Drying and storage of grains and oilseeds. New York: Van Nostrand Reinhold. p. 450, 1992.

ELIAS, M.C. **Manejo tecnológico da secagem e do armazenamento de grãos.** Pelotas: Santa Cruz, p. 362, 2008.

GUIMARÃES, D. S.; LUZ, C. A. S.; PERES, W. B.; LUZ, M. L. G. S.; GADOTTI, G. I. **Secagem de Grãos e Sementes.** Pelotas: Gráfica Santa Cruz, 2015.

MOHSENIN, N.N., Physical properties of plant and animal materials. New York, **Gordon and Breach Science Publishers**, 1978.

RUFFATO, S.; CORRÊA, P. C.; MARTINS, J. H.; MANTOVANI, B. H. M.; SILVA, J. N. D. Influência do processo de secagem sobre a massa específica aparente, massa específica unitária e porosidade de milho-pipoca. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 3, p. 45-48, 1999.

SILVA, J. S. Secagem e Armazenamento de Produtos Agrícolas. Secagem e secadores. Viçosa, MG: **Aprenda Fácil**, p.109-146, 2008.