

AVALIAÇÃO DO ÂNGULO DE REPOUSO EM ARROZ EM DIFERENTES UMIDADES

THALIA STRELOV DOS SANTOS¹; ITAEL GOMES BORGES²; GRACIELA BUCK³; RITA DE CASSIA MOTA MONTEIRO⁴; MATEUS DA SILVEIRA PASA⁵; GIZELE INGRID GADOTTI⁶

¹ Universidade Federal de Pelotas – thalia.strelov@gmail.com

² Universidade Federal de Pelotas – itaelborges@outlook.com

³ Universidade Federal de Pelotas – graciela-buck@hotmail.com

⁴ Universidade Federal de Pelotas – ritamonteiro@gmail.com

⁵ Universidade Federal de Pelotas – mateus.pasa@gmail.com

⁶ Universidade Federal de Pelotas – gigadotti@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) desempenha um papel fundamental na dieta de 2,4 bilhões de pessoas e representa a principal fonte de renda para milhões de agricultores, abrangendo uma produção global de 162 milhões de hectares (KORRES et al., 2017). O grande desafio para aumentar a competitividade do setor arrozeiro é preservar a qualidade dos grãos durante as operações de colheita, transporte, beneficiamento e armazenamento dos grãos, evitando danos físicos, químicos ou biológicos (CORRÊA et al., 2006).

Dentre as características que influenciam nas propriedades dos grãos, tem-se o ângulo de repouso, que desempenha um papel fundamental no estudo de escoamento de grãos. Este ângulo é formado entre a superfície da massa de grãos e o plano horizontal, quando descarregados em uma superfície plana. O ângulo de repouso desempenha um papel fundamental no estudo do escoamento de grãos e materiais granulares em geral, sendo um parâmetro que indica a inclinação máxima que uma pilha de grãos pode atingir antes de começar a se mover por ação da gravidade (SILVA et al., 2006).

Essa medida possui importância, principalmente, em projetos de dimensionamento de equipamentos e transportadores de grãos, além de influenciar na descarga de silos e demais equipamentos (PUZZI, 2000). Diferentes grãos possuem a tendência de ocupar maior área possível, formando ângulo de talude menor, enquanto outros não apresentam a mesma característica devido às suas propriedades físicas e por influência de fatores ambientais e de manejo, como presença de impurezas, integridade biológica e níveis de umidade (ELIAS, 2008).

Dessa forma, o objetivo deste estudo é avaliar o ângulo de repouso de grãos de arroz em diferentes umidades.

2. METODOLOGIA

A determinação do ângulo de repouso dos grãos de arroz foi realizada no Laboratório de Agrotecnologia da Universidade Federal de Pelotas. Primeiramente, foram obtidas as umidades das diferentes amostras de arroz. Para o experimento, foram considerados os seguintes teores de umidade: 9%; 13% e 16%.

Para realizar a medição do ângulo de talude, foram utilizadas amostras com massa de 1,3 kg de grãos, descarregadas de forma contínua em um recipiente de vidro com dimensões 43,3x29,0x20,4cm. As amostras foram depositadas em uma moega cilíndrica localizada no canto superior da caixa. Em seguida, a moega foi aberta, permitindo que os grãos fossem depositados no recipiente. A altura e a base de cada monte de grãos foram medidos para o cálculo do ângulo de talude, conforme a seguinte equação:

$$\text{arc tan} = \frac{\text{altura}}{\text{base}}$$

A metodologia usada foi adaptada de Guimarães *et al.* (2015). O experimento foi realizado em triplicata para cada umidade. Na Figura 1, apresentada abaixo, tem-se a representação de como foi feito o experimento usando a caixa de vidro e a moega para regular o fluxo de distribuição.

Figura 1 – Recipiente usado para determinação do ângulo de repouso.



Fonte: Autor, 2023.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados obtidos a partir da verificação dos ângulos de repouso dos grãos de arroz. Assim, é possível observar as variações do ângulo de repouso relacionadas ao teor de água dos grãos.

Tabela 2 - Ângulo de repouso de arroz para diferentes teores de água.

Amostra	Umidade (%)	Ângulo de Repouso			Média	DP ¹	CV ²
		X	Y	Ângulo			
1	9	20,3	13,8	34,21	33,65	0,85	2,53
2	9	21,0	14,2	34,07			
3	9	22,3	14,3	32,67			
1	13	22,0	14,0	32,47	33,73	1,16	3,43
2	13	21,2	14,7	34,74			
3	13	21,5	14,5	34,0			
1	16	19,7	14,9	37,10	35,86	1,33	3,72
2	16	19,8	14,4	36,03			
3	16	20,7	14,2	34,45			

¹ Desvio Padrão

² Coeficiente de Variação

Através das médias, verifica-se que com o aumento da umidade dos grãos, tem-se maior ângulo de repouso. Este aumento deve-se, possivelmente, ao fato de que os produtos com maior grau de umidade apresentam maior força de coesão entre as partículas, tendendo a agregar estas e, conseqüentemente, aumentar o atrito interno (SILVA et al., 2006).

Trabalhando com café, Magalhães *et al.* (2000) também verificaram aumento do ângulo de repouso com o aumento de umidade, atribuindo o comportamento ao fato de que com maior teor de água, há um aumento de adesão e, como conseqüência, um aumento na fricção. Estes dados tornam-se importantes quando relacionados com a capacidade de carga das unidades de beneficiamento. Quanto menor o ângulo de repouso, maior será o volume de grãos que poderão ser armazenados, com acomodação natural do produto (SILVA, 2000).

Brooker *et al.* (1974) encontraram ângulo de repouso de 36° para grãos de arroz com umidades entre 12% e 16%, o que está de acordo com o resultado deste estudo, onde foram registrados ângulos de 33° e 35° para umidades de 13% e 16%, respectivamente.

Esses dados demonstram um benefício para a otimização do espaço em instalações de armazenamento e beneficiamento de grãos, já que dentro da unidade trabalha-se com diferentes umidades e, portanto, é possível usar diferentes ângulos nas tubulações conforme necessário.

4. CONCLUSÃO

Ao analisar o ângulo de repouso, foi observado que o grau de umidade exerceu influência sobre o valor da inclinação. À medida que o teor de umidade aumentou, o ângulo de repouso também aumentou, revelando uma relação proporcional entre esses resultados.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BROOKER, D. B.; BAKKER-ARKEMA, E. W.; HALL, C. W. **Drying cereal grains and their products**. Westport, Connecticut, The AVI Publishing Company, 265 p.1974.

CORRÊA, P. C.; RIBEIRO, M. D., D. M.; RESENDE, O.; BOTELHO, F. M. Determinação e modelagem das propriedades físicas e da contração volumétrica do trigo, durante a secagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campinas Grande, vol.10 n.3, 2006.

ELIAS, M. C. Manejo tecnológico da secagem e do armazenamento de grãos. 1. ed. Pelotas: Editora Cópias Santa Cruz, 2008. v. 1. 368 p.

GUIMARÃES, D. S.; LUZ, C. A. S. da; PERES, W. B.; LUZ, M. L. G. S. da; Gadotti, Gizele Ingrid. **Secagem de Grãos e Sementes**. 1. ed. Pelotas: Editora Santa Cruz, 2015. v. 1. 314p.

MAGALHÃES, A. C.; COUTO, S. M.; QUEIROZ, D. M.; ANDRADE, E. T. Dimensões principais, massa e volume unitários, esfericidade e ângulo de repouso de frutos de café. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.2, n.2, p.39-56, 2000.

PUZZI, D. **Abastecimento e armazenamento de grãos**. Campinas: ICEA, 2000. 604p.

SILVA, F. S.; CORRÊA, P.C.; JUNIOR, C.C.; GOMES, F.C. Ângulo de repouso, atrito interno e efetivo dos grãos de café com pergaminho. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.8, n.1, p.17-23, 2006.

SILVA, J. S. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa, Aprenda fácil, 2000, 502p.