

DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DO ARROZ (*Oryza sativa L.*) EM FUNÇÃO DO SEU TEOR DE ÁGUA E EM DIFERENTES TEMPERATURAS DE SECAGEM

RODOLFO FERREIRA MOURA¹, DOUGLAS ROMEU DA COSTA², LOUISE ALVES DO NASCIMENTO³, WELINGTON GONZAGA DO VALE⁴, ADILSON MACHADO ENES⁵, DOMINGOS SILVA BARROS⁶

1 Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Sergipe, UFS, São Cristóvão - SE, rodolfo_mour@hotmail.com

2 Prof. Dr., Depto. de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Sergipe, UFS, São Cristóvão-SE

3 Graduanda em Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de Sergipe, UFS, São Cristóvão - SE

4 Prof. Dr., Depto. de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Sergipe, UFS, São Cristóvão-SE

5 Prof. Dr., Depto. de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Sergipe, UFS, São Cristóvão-SE

6 Eng. Agrícola, Depto. de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Sergipe, 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 arroz (*Oryza sativa L.*), uma gramínea anual, está muito presente no cotidiano da população brasileira e mundial, uma vez que seu conteúdo nutricional é indispensável em pelo menos uma das refeições diárias. E como qualquer cereal, a fase pós-colheita requer atenção e cuidados por parte do produtor, a fim de preservar as qualidades físicas do grão. Nesse sentido, a determinação das propriedades físicas dos grãos é importante para o dimensionamento de equipamentos e para o processamento e armazenamento do produto. Portanto, objetivou-se com esse estudo analisar as propriedades físicas (teor de água, massa específica aparente, ângulo de repouso e porosidade intergranular) do arroz em casca submetido à secagem nas temperaturas do ar de 40°C, 55°C e 70°C, num período de 5 horas. Pelos resultados, utilizando o teste de Tukey $p < 5\%$, observou-se que a maior temperatura foi significativamente diferente na alteração das propriedades físicas em relação às menores temperaturas.

PALAVRAS-CHAVE: grãos em casca, materiais biológicos, características físicas.

DETERMINATION OF THE PHYSICAL PROPERTIES OF RICE (*Oryza sativa L.*) IN FUNCTION OF ITS WATER CONTENT AND IN DIFFERENT TEMPERATURE OF DRYING

ABSTRACT: Rice (*Oryza sativa L.*), an annual grass, is very present in the daily life of the Brazilian and world population, since its nutritional content is indispensable in at least one of the daily meals. And like any grain, the post-harvest phase requires attention and care by the producer in order to preserve the physical qualities of the grain. In this sense, the

determination of the physical properties of grains is important for the dimensioning of equipment and for the processing and storage of the product. Therefore, the objective of this study was to analyze the physical properties (water content, bulk density, angle of repose and intergranular porosity) of paddy rice submitted to drying at air temperatures of 40°C, 55°C and 70°C over a period of 5 hours. From the results, using Tukey's test $p < 5\%$, it was observed that the higher temperature was significantly different in the change of physical properties compared to the lower temperatures.

KEYWORDS: grains in shell, biological materials, physical characteristics.

INTRODUÇÃO: O arroz (*Oryza sativa L.*), uma gramínea anual, e um cereal presente no cotidiano da família brasileira. Durante a fase de processamento no pós-colheita, é necessária atenção e cuidados minuciosos, para evitar aumento de danos mecânicos e fisiológicos aos grãos. De acordo com alguns estudos (BORTOLOTTO *et al.*, 2008), quando as temperaturas de secagem dos grãos aumentam, a porcentagem de grãos com fissuras também aumenta. Nesse contexto, o conhecimento das características físicas do cereal podem resultar em sucesso no processo de secagem e armazenagem. O arroz, quando destinado a sementes ou para o armazenamento, recomenda-se que o teor de água esteja na faixa de 13% a 14%, com atenção maior às condições de temperatura e umidade relativa no caso do armazenamento (EMBRAPA, 2013, p. 228; 242). Segundo Botelho *et al.* (2016), magnitudes maiores no ângulo do talude de grãos podem estar associadas à maior adesão na superfície dos grãos, o que provoca a dificuldade do produtor escoar. Em seus estudos K. R. Bhattacharya, C. M. Sowbhagya and Y. M. Indudhara Swamy (1972), observaram que para o arroz, conforme o teor de água aumentava, a massa específica aparente e o ângulo de repouso também aumentaram, contrário a isso a porosidade intergranular permaneceu quase constante. A partir do exposto, objetivou-se com esse trabalho, estudar a variação das propriedades físicas (massa específica aparente, porosidade intergranular e ângulo de repouso) dos grãos de arroz em função de seu teor de água durante a secagem nas temperaturas de 40°C, 55°C e 70°C.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido no Laboratório de Construções Rurais, Energia e Armazenamento de Grãos (CREAG), do Departamento de Engenharia Agrícola (DEAGRI) da Universidade Federal de Sergipe (UFS), no período entre março e agosto de 2022. O produto utilizado foi o arroz, em grãos, em casca e inteiros, da cultivar IRGA 424, colhidos em um lote agrícola do Perímetro Irrigado Cotinguiba/Pindoba em Propriá/SE. Uma saca de produto passou, previamente, pelo processo de limpeza manual para a retirada de matérias estranhas e impurezas. Em seguida, as amostras foram separadas em bandejas para a operação de secagem. A estatística aplicada foi a análise de variância e teste-Tukey $p < 5\%$. Para a determinação do teor de água do arroz foi utilizada a metodologia descrita em “Regras para Análise de Sementes” (BRASIL, 2009). A massa específica foi determinada pelo método direto, por meio de uma balança de peso hectolitro e balança semi analítica ($3200g \pm 0,01g$). Para a porosidade foi aplicado o método direto da complementação de líquidos. Já o ângulo de repouso (α) foi determinado com equipamento construído no CREAG, em que a massa de grãos eram depositadas no equipamento, abria-se o compartimento de descarga e media-se o ângulo (α) formado pelo talude dos grãos em repouso, em que (α) era expresso pela divisão da altura do talude pelo seu comprimento. A secagem dos grãos ocorreu em três temperaturas usuais para o arroz, 40°C; 55° C e 70°C. Para análise e execução do experimento, a massa total de grãos foi dividida em 3 amostras de 15kg para cada temperatura testada. Para cada condição de temperatura os grãos foram submetidos a 5 horas de secagem em estufa com renovação de ar, sendo retiradas a cada 1

hora uma bandeja de amostra para determinação do teor de água e das demais propriedades físicas para aquele dado momento da secagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A partir dos dados que foram obtidos nos testes, observou-se que o teor inicial de água do arroz em casca foi de 19% b.u. Analisando-se a Tabela 1, os teores finais de água foram 15,54% b.u., para a temperatura de 40°C, 13,85% b.u., para a temperatura de 55°C e 9,56% b.u., para a temperatura de 70°C. Observa-se que, para uma temperatura mais elevada, a taxa de variação do teor de água foi maior. Detalhando mais, para as condições em que os grãos foram submetidos, temperaturas do ar (40°C; 55°C e 70°C) e período de 5 horas, as taxas de reduções dos teores de água foram, em média, 0,7%b.u./h; 1,03%b.u./h e 1,9%b.u./h, respectivamente.

TABELA 1. Médias do teor de água do arroz em casca da cultivar IRGA 424, secados a 40°C, 55°C e 70°C.

Tratamento	Teor de Água (% b.u.)
40°C	15,54 a
55°C	13,85 a
70°C	9,56 b

Médias que não compartilham uma letra são significativamente diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observa-se, na tabela 2, o comportamento da massa específica em função da redução do teor de água e das temperaturas de secagem. Notou-se que para as temperaturas de 40°C, ao fim das 5 horas de secagem, houve um aumento na massa específica, porém as temperaturas de 55°C e 70°C, houve uma redução, ou seja, além da água mais externa ao grão, a secagem já estava retirando água de constituição por isso essa redução na massa. Esse resultado já era esperado para os produtos que contém a casca, (BOTELHO *et al.*, 2016) trabalhando com café robusta da mesma forma detectou este comportamento entre massa específica aparente e teor de água.

TABELA 2. Médias da massa específica aparente do arroz em casca da cultivar IRGA 424, secados a 40°C, 55°C e 70°C.

Tratamento	Massa Específica Aparente (kg.m⁻³)
40°C	519,29 a
55°C	511,92 ab
70°C	502,27 b

*Médias que não compartilham uma letra são significativamente diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Já no que diz respeito ao ângulo de repouso, analisando a Tabela 3, notou-se que durante as 5 horas de secagem a variação foi maior na primeira hora chegando ao fim a um ângulo superior a 43,27° na temperatura de 40 °C. Para as temperaturas de 55 °C e 70 °C, o ângulo de repouso variou de 42° para 41,73° e 38,6°, respectivamente.

TABELA 3. Médias do ângulo de repouso do arroz em casca da cultivar IRGA 424, secados a 40°C, 55°C e 70°C.

Tratamento	Ângulo de Repouso (°)
-------------------	----------------------------------

40°C	43,27 a
55°C	41,73 a
70°C	38,6 b

*Médias que não compartilham uma letra são significativamente diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto à porosidade intergranular, o material estudado apresentou comportamento inversamente proporcional em relação à temperatura submetida, como exposto na Tabela 4. Para as condições do experimento, essa característica avaliada não apresentou variação significativa com a redução do teor de água para as três temperaturas de secagem analisadas pelo teste Tukey 5%.

TABELA 4. Médias da porosidade intergranular do arroz em casca da cultivar IRGA 424, secados a 40°C, 55°C e 70°C.

Tratamento	Porosidade Intergranular
	(%)
40°C	58,69 a
55°C	58,56 a
70°C	57,2 a

* Médias que não compartilham uma letra são significativamente diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES: Considerando-se os resultados obtidos e as condições em que o experimento foi realizado, pode-se concluir que a massa específica aparente dos grãos de arroz em casca aumentou, para o teor de água de até 14%b.u. e decresceu com a redução do teor de água. O ângulo de repouso dos grãos de arroz em casca aumentou, para a temperatura de 40°C e reduziu para as temperaturas de 55°C e 70°C, com a redução do teor de água. A porosidade intergranular não apresentou variação significativa com a redução do teor de água para as três temperaturas de secagem analisadas pelo teste Tukey 5%.

REFERÊNCIAS:

Arroz: o produtor pergunta, a Embrapa responde / editores técnicos, Carlos Martins Santiago, Heloisa Célis de Paiva Breseghello, Carlos Magri Ferreira. – 2. ed. rev. ampl. – Brasília, DF :Embrapa, 2013.245 p.: il. – (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas).

BHATTACHARYA, K.R.; SOWBHAGYA, C.M.; SWAMY, Y.M.I. **Some Physical Properties of Paddy and Rice and their Interrelations.** Journal of the Science of Food and Agriculture, 23(2), 171–186, 1972 doi:10.1002/jsfa.2740230204

BORTOLOTTI, R. P.; MENEZES, N. L.; GARCIA, D. C.; MATTIONI, N. M. **Tecnologia de sementes e fibras:** Teor de proteína e qualidade fisiológica de sementes de arroz. Campinas, SP, v. 67, n. 2, p. 513-520, 2008

BOTELHO, FM; CORREA, PC; BOTELHO, S. de CC; ELÍAS, GAV; ALMEIDA, MDS; OLIVEIRA, GH de. **Propriedades físicas de frutos de café robusta durante a secagem: determinação e modelagem.** Ciência do Café - ISSN 1984-3909 , [S. l.] , v. 11, n. 1, pág. 65–75, 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes.** 2. Ed. Brasília, DF, 398 p. 2009.