

# Efeitos da Temperatura de Secagem e Fonte de Aquecimento sobre Propriedades Físicas e Tecnológicas de Arroz

88

*Ismael Aldrighi Bertinetti<sup>1</sup>, Benito Bergmann Elias<sup>1</sup>, Jorge Tiago Schwanz Göebel<sup>1</sup>, Valmor Ziegler<sup>1</sup>, Maurício de Oliveira<sup>1</sup>, Moacir Cardoso Elias<sup>1</sup>*

---

## RESUMO

O arroz é a base alimentar de aproximadamente 60% da população mundial. O processo de secagem pela qual os grãos são submetidos é de fundamental importância, pois a partir dele poderemos manter um produto de boa qualidade para a armazenagem, industrialização e o consumo final, sendo o processo aplicado para reduzir o teor de umidade de produtos agrícolas a níveis que possibilitem um armazenamento seguro. A secagem pode ser realizada com aquecimento direto e indireto, utilizando as mais diferentes fontes de aquecimento. Dessa forma, objetivou-se com o presente trabalho a avaliação das propriedades físicas e tecnológicas de arroz em função da temperatura de secagem e da fonte de aquecimento. Para isso, os grãos de arroz em casca foram submetidos a secagem nas temperaturas de 40, 60 e 80°C utilizando como fonte de aquecimento a madeira maturada de *Eucalyptus* sp., a casca de arroz (*Oryza sativa*), o gás liquefeito de petróleo (GLP) e o aquecimento elétrico. Os resultados demonstram que a temperatura de secagem e as fontes de aquecimento não alteram as propriedades físicas e tecnológicas de grãos de arroz.

Palavras-chave: Secagem, Peso Volumétrico, Peso de Mil Grãos, Rendimento de Grãos Inteiros.

## INTRODUÇÃO

O arroz está presente na dieta de mais de dois terços da população mundial. É um produto sazonal e dessa forma, antes de chegar à mesa do consumidor, tem uma longa

---

<sup>1</sup>Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal de Pelotas. Campus Universitário S/N, 96160-000, Capão do Leão, RS. E-mail: ismaelbert@hotmail.com; benitobelias@gmail.com; jorge.goebel@gmail.com; vamgler@hotmail.com; mauricio@labgraos.com.br; eliasmc@uol.com.br

jornada a percorrer desde o momento da colheita. A mais tradicional e mais importante operação é a secagem, pois através dela é possível aumentar em muitos meses a conservabilidade do arroz, devido à redução do metabolismo dos grãos e à diminuição do potencial de desenvolvimento de microrganismos depreciativos.

A secagem pode ser realizada com o ar nas condições ambientais (sem nenhum condicionamento), no entanto, dependendo das condições psicrométricas do ar ambiente, essa secagem é muito ineficiente, sendo necessárias tecnologias de secagem mais elaboradas. A principal técnica e mais efetiva para adequar o ar para secagem é o condicionamento prévio do ar, geralmente sendo utilizado o aquecimento.

As fontes de aquecimento utilizadas são as mais distintas, dentre elas, temos o calor obtido pela queima de fontes de aquecimento orgânicas (queima de madeira), ou então pelo uso de gás liquefeito de petróleo (GLP), que permite a automatização do processo. Além do mais, a utilização de resíduos para a queima pode ser uma alternativa viável do ponto de vista econômico e ambiental. Assim, a utilização da própria casca do arroz (botanicamente estruturas da pálea e lema), um resíduo do processamento, pode ser utilizada como fonte de aquecimento na própria secagem de grãos.

Assim, objetivou-se com o presente trabalho, avaliar efeitos da fonte de aquecimento e da temperatura do ar de secagem sobre as propriedades físicas e tecnológicas de grãos de arroz.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados grãos de arroz da classe longo fino cultivados em sistema de irrigação por inundação no município de Pelotas – RS na safra 2015/2016. Os grãos foram colhidos com aproximadamente 20% de umidade e transportados para o Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos (Labgrãos), onde foram submetidos à pré-limpeza em máquina de ar e peneira e mantidos resfriados até a secagem. A secagem foi executada em protótipo de secador de leito fixo utilizando o método estacionário de secagem, com uma vazão específica de secagem de aproximadamente  $7,0 \text{ m}^3 \text{ ar} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{ton}^{-1}$ . Foram utilizados como fonte para aquecimento do ar de secagem: (a) madeira maturada de *Eucalyptus* sp., (b) casca de arroz (*Oryza sativa*), (c) gás liquefeito de petróleo (GLP) e (d) aquecimento elétrico. As temperaturas do ar de secagem na entrada do secador utilizadas foram respectivamente 40 °C, 60 °C e 80 °C. Nos grãos de arroz em casca foram avaliados o peso volumétrico e o peso de mil grãos. O peso volumétrico dos grãos de arroz em casca foi determinado utilizando-se balança de peso hectolitro Dalle Molle com capacidade de 250 mL, para a medida de volume, sendo necessária transformação para  $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ . A pesagem foi realizada em balança eletrônica digital com precisão de 0,01g, realizado de acordo com a metodologia descrita por Regras de Análises de Sementes (BRASIL, 2009a). O resultado foi expresso em  $\text{kg m}^{-3}$ . O peso

de mil grãos de arroz em casca foi determinado segundo a metodologia descrita por Regras de Análises de Sementes (BRASIL, 2009a) através da contagem de 8 repetições de 100 grãos e multiplicando a média por 10. O resultado foi expresso em gramas. O rendimento de grãos inteiros foi realizado de acordo com a Instrução Normativa 06, de 2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil, que determina os padrões oficiais de classificação de grãos de arroz (BRASIL, 2009b). A análise estatística foi realizada por meio da análise de variância ANOVA e pela comparação de médias das amostras pelo teste de Tukey com  $P < 0,05$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 estão apresentados os resultados do peso hectolítrico dos grãos de arroz em casca após a secagem em diferentes temperaturas e fontes de aquecimento.

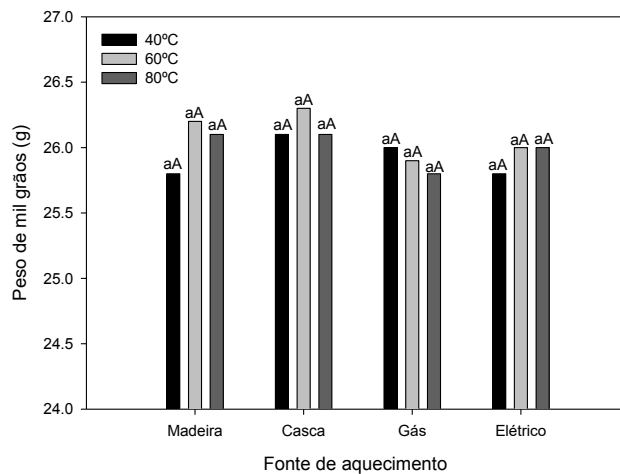
**TABELA 1.** Peso hectolítrico ( $\text{kg m}^{-3}$ ) de grãos de arroz em casca 14 dias após a secagem

Temperatura de secagem ( $^{\circ}\text{C}$ )	Fonte de aquecimento			
	Madeira	Casca	Gás	Elétrico
40	558,0 <sup>aA</sup>	560,0 <sup>aA</sup>	550,4 <sup>aA</sup>	555 <sup>aA</sup>
60	545,6 <sup>aA</sup>	552,0 <sup>aA</sup>	547,2 <sup>aA</sup>	549 <sup>aA</sup>
80	555,2 <sup>aA</sup>	542,4 <sup>abB</sup>	537,6 <sup>bA</sup>	551 <sup>aA</sup>

Média aritmética simples, de dez repetições, seguidas por letras maiúsculas iguais, na mesma coluna, e letras minúsculas iguais, na mesma linha, não diferem entre si, pelo teste de tukey a 5% de significância.

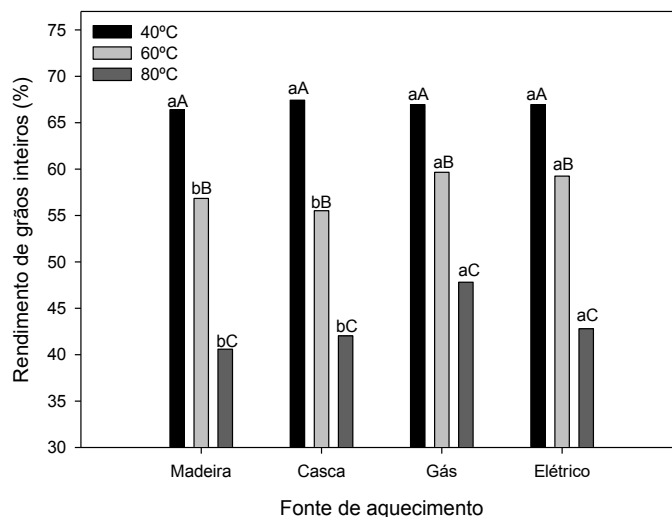
Não foram verificadas alterações significativas no peso volumétrico dos grãos para a maioria dos tratamentos, sendo verificadas diferenças somente em grãos secados com casca de arroz, onde houve uma diminuição no peso volumétrico na temperatura de  $80^{\circ}\text{C}$  (Tabela 2). Nos trabalhos de Oliveira (2008) e Oliveira et al. (2010) com soja e aveia, respectivamente, foi relatado que o peso volumétrico dos grãos tende a diminuir conforme o aumento da temperatura de secagem. Segundo Silva et al. (1995), o peso volumétrico pode sofrer alterações durante o processo de secagem, com o emprego de uma temperatura mais elevada na secagem de um produto, o material pode acabar sendo danificado resultando em um menor peso volumétrico.

Conforme apresentado na figura 1, os valores para peso de mil grãos não diferiram significativamente entre os tratamentos. Esse resultado era esperado já que na literatura não há trabalhos que atribuam perda de peso dos grãos diretamente ao processo de secagem, sendo este parâmetro relacionado intimamente a queima de reservas energéticas dos grãos. De acordo com Barbosa et al. (2005), perdas de peso são mais passíveis de ocorrer durante o processo de armazenamento devido ao metabolismo dos grãos, sendo comumente relatadas na literatura.



**FIGURA 1.** Peso de mil grãos em grãos secados, 14 dias após a secagem.

Na figura 2 estão apresentados os dados referentes ao efeito dos tratamentos de secagem sobre o rendimento de grãos inteiros de arroz.



**FIGURA 2.** Rendimento total (%) de grãos inteiros em grãos de arroz beneficiados polidos

Observando a figura 2 é possível verificar que o rendimento de grãos inteiros foi afetado pela temperatura do ar de secagem. Temperaturas mais elevadas reduziram o rendimento de grãos inteiros. Grãos secados com GLP apresentaram um maior rendimento de grãos inteiros quando comparados com os demais tratamentos em temperaturas de secagem de 60 °C e 80 °C. Estes resultados concordam com resultados encontrados por Fagundes (2001) em estudo similar com secagem utilizando madeira e GLP como fonte de aquecimento. Ainda, segundo o mesmo autor, o equilíbrio de tensões internas na secagem com GLP ocorre mais rapidamente que na secagem com madeira devido à uniformidade térmica durante a secagem. A inércia térmica em combustíveis sólidos,

como a madeira e a casca de arroz, é mais elevada, provocando maior desuniformidade na temperatura do ar durante a secagem (Figura 1), o que resulta em maiores danos à integridade física dos grãos.

Alterações na temperatura e na umidade relativa do ar de secagem podem ocasionar fissuras nos grãos. A secagem em si, como aumento da temperatura da massa de grãos e taxa de retirada de água, também pode ocasionar fissuras, tanto mais severas quanto maior forem as taxas de umidade retiradas por unidade de tempo. A ocorrência das fissuras não ocorre imediatamente após a secagem, mas a partir de 24 horas depois, devido à acomodação dos grânulos de amido e a diminuição das pressões internas dos grãos (CALDERWOOD, 1980).

A fonte de aquecimento utilizada na secagem não influencia as propriedades físicas e tecnológicas de arroz.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, F. F.; ELIAS, M. C.; FAGUNDES, C. A. A.; PEREIRA, F. M.; RADÜNZ, L. L. Efeitos das secagens estacionária e intermitente e do tempo de armazenamento no desempenho industrial de grãos de arroz. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v. 30, n. 1, p. 83-90, 2005.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Norma de classificação, embalagem e marcação do arroz. Instrução normativa Nº 6**, Diário Oficial da União, Seção 1, Página 3. 2009b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária, Brasília, Mapa / ACS, 399p., 2009a.

CALDERWOOD, D. L. **Systems for drying of rice**. In: HALL, C. W. Drying and storage of agricultural crops. Westport: Connecticut, 1980. p. 68-91.

ELIAS, M. C. **Pós-colheita de arroz: secagem, armazenamento e qualidade**. 1. Ed. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária UFPEL, 2007. V. 1. 424p.

FAGUNDES, C. A. A. **Secagem intermitente de arroz com GLP no aquecimento ar**. 2001. 64f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) - Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2001.

MILLMAN, M. J. **Equipamentos para Pré-Processamento de Grãos**. Pelotas: Editora Gráfica Universitária da Universidade Federal de Pelotas, v. 20, p. 206, 2002.

OLIVEIRA, L. C.; GUTKOSKI, L. C.; ELIAS, M. C.; MAZZUTI, S.; AOSANI, E.; ROCHA, J. C. Efeito da temperatura de secagem na qualidade de grãos de aveia branca. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 2, 2010.

OLIVEIRA, M. **Temperatura na secagem e condições de armazenamento sobre as propriedades da soja para consumo e produção de biodiesel**. 70f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Curso de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

SILVA, J. S.; AFONSO, A. D. L.; GUIMARÃES, A. C. **Estudos dos métodos de secagem**. In: SILVA, J. S. **Pré-processamento de produtos agrícolas**. Juiz de Fora: Instituto Maria, p. 105-143, 1995.