

# Efeito da Temperatura de Armazenamento nas Propriedades Físicas dos Grão de Arroz

68

*Rafael de Almeida Schiavon<sup>1</sup>, Moacir Cardoso Elias<sup>2</sup>, Nathan Levien Vanier<sup>2</sup>, Bruno Artur Rockenbach<sup>3</sup>, André Talhamento<sup>4</sup>, Rosana Colussi<sup>5</sup>*

---

## RESUMO

Assim como cresce anualmente a produção do arroz, cresce também a exigência dos consumidores por um produto de qualidade, e isso estimula a introdução de novas tecnologias para manter a qualidade dos grãos por tempo maior, como o uso de baixas temperaturas no armazenamento dos grãos. Visou-se, com o trabalho, buscar respostas científicas e tecnológicas associadas a esta tecnologia. Nele foram estudados efeitos do resfriamento no armazenamento de arroz, avaliando quatro temperaturas de resfriamento (20, 16, 12 e 8°C) em comparação com a temperatura ambiental (24°C), durante um ano. Foram realizadas quatro avaliações (1°, 4°, 8° e 12° mês), com análises de umidade peso de massa de mil grãos e massa específica. Com os resultados obtidos pode-se verificar que para temperaturas de 16°C ou menores preserva a massa de mil grãos e a massa específica do arroz em pelo menos um ano de armazenamento.

Palavras-chave: Resfriamento, qualidade, Arroz.

## INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo, caracterizando-se como principal alimento para mais da metade da população mundial. É importante fonte de calorias na alimentação humana, além de contribuir significativamente no suprimento das necessidades de alguns minerais da dieta (WALTER

---

<sup>1</sup>Eng° Agr°, Professor Adjunto da Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Agrícola, Rodovia PR 482 KM 45, Campus do Arenito, Cidade Gaúcha, PR. E-mail: raschiavon@gmail.com

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Professor Dr. da Universidade Federal de Pelotas. E-mail: eliasmc@uol.com.br

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestrando PPGCTA da Universidade Federal de Pelotas

<sup>4</sup>Acadêmico de Agronomia da Universidade Federal de Pelotas

<sup>5</sup>Engenheira de Alimentos, Pós-doutoranda PPGCTA da universidade Federal de Pelotas

et al., 2008). Além de fornecer um excelente balanceamento nutricional, é uma cultura bastante rústica, o que a faz também ser considerada a espécie de maior potencial de aumento na produção para combate a fome no mundo (GOMES et al., 2004).

Os grãos possuem baixa capacidade de condutibilidade calorífica, o que significa que as diferenças de temperatura no produto durante o armazenamento só sejam perceptíveis em distâncias curtas e períodos longos. Isto leva a acumulações de calor na massa de grãos, com todas as consequências desvantajosas, como aumento de metabolismos, infestação de insetos e condensação (GWINNER, 1997; LORINI et al., 2009). A temperatura dos grãos armazenados é um bom índice do seu estado de conservação (PUZZI, 2000).

A principal causa da deterioração é o aquecimento espontâneo da massa de grãos. Em países da Europa Central e da América do Norte, onde predomina o clima temperado, são mais raros os problemas com armazenamento nos meses mais frios do ano do que naqueles meses mais quentes, que sucedem à colheita (MAIER, 1995). O resfriamento dos grãos reduz as perdas fisiológicas pela respiração intrínseca e mantém sua qualidade, oferecendo proteção contra desenvolvimento de insetos (SANTOS, 2004, LAZARI et al. 2006).

O resfriamento artificial de grãos surge como uma ferramenta que pode ser utilizada para manutenção da qualidade dos grãos e melhorar o controle das infestações por insetos, em regiões onde, devido ao clima, a aeração com ar natural fica com uso restrito. A baixa temperatura introduzida pelo equipamento vai se manter na massa de grãos por um período prolongado, devido à sua característica de má condutibilidade térmica (ELIAS et al., 2010).

Carboidratos são mais afetados pela temperatura de armazenamento e os mecanismos de mudanças que ocorrem durante o armazenamento em temperaturas mais altas são diferentes daqueles que ocorrem nas temperaturas mais baixas (SOWOKINOS et al. 1987; KAZAMI et al., 2000).

Heinrich (1989) observou que o resfriamento dos grãos pode reduzir a perda de matéria seca em torno de 80 a 90%, em apenas um mês de armazenamento. Um dos mais sérios danos causados por fungos de armazenamento em grãos é a redução do peso através do consumo da matéria seca. Estas perdas ocorrem em grãos que mantenham umidade favorável ao desenvolvimento dos fungos. Quanto mais elevadas forem a umidade inicial e a temperatura, maior será o consumo de matéria seca pelos fungos no armazenamento.

Diante do disposto, objetivou-se com o trabalho avaliar a influência da temperatura e o tempo de armazenamento sobre os parâmetros físicos, umidade, massa de mil grãos e massa volumétrica.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi executado nas instalações do Laboratório de Pós Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos (LABGRÃOS) do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas (DCTA – FAEM – UFPEL), sendo este parte dos resultados da Tese de doutorado.

No estudo foi utilizado arroz da classe grãos longo finos, de alta amilose, produzido em sistema irrigado na região sul do Rio Grande do Sul.

Com umidade próxima a 20%, os grãos foram colhidos e imediatamente submetidos a pré-limpeza em máquina industrial de ar e peneiras planas. No laboratório, foram realizadas as secagens dos grãos até a umidade pré-determinadas, ocorrendo em seguida os resfriamentos e o armazenamento nas cinco temperaturas (24, 20, 16, 12, 8°C) de armazenamento.

Para o trabalho foi realizada as avaliações de umidade, massa específica e massa de mil grãos conforme metodologia descrita abaixo.

O grau de umidade foi avaliado em estufa a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$ , com circulação natural de ar, por 24 horas, de acordo com o método oficial de análises de sementes preconizado pelo Ministério da Agricultura (BRASIL, 2009).

A massa específica foi Determinado em balança de peso hectolitro Dalle Molle com capacidade de  $\frac{1}{4}$  de litro, sendo necessária transformação para  $\text{kg} \cdot (\text{m}^3)^{-1}$  e balança eletrônica digital com precisão de 0,01g, realizado de acordo com a metodologia descrita por Regras de Análises de Sementes (BRASIL, 2009).

A massa de mil grãos foi determinada segundo a metodologia descrita por Regras de Análises de Sementes (BRASIL, 2009), com adaptações, através da contagem de 250 grãos em quadruplicata e calculado o peso de mil grãos.

Para comparação dos resultados foi aplicado teste de Tukey a 5% de significância através de um teste de variância ANOVA.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores de umidade dos grãos de arroz, armazenados em casca, com 12%, durante doze meses, em temperatura ambiente (24°C) e quatro temperaturas de resfriamento (20, 16, 12 e 8°C).

**TABELA 1.** Umidade (%) de grãos de arroz armazenados com casca, durante doze meses, em temperatura ambiental (24°C) e em quatro temperaturas de resfriamento

Temperaturas (°C)	Umidade (%)			
	1º Mês	4º Mês	8º Mês	12º Mês
24	A 12,66 a	A 11,35 b	A 12,36 a	A 11,27 b
20	A 12,66 a	A 11,44 b	A 12,39 a	A 12,22 a
16	A 12,66 a	A 11,69 ab	A 11,40 b	A 11,54 b
12	A 12,66 a	A 11,43 b	A 11,28 b	A 11,96 b
8	A 12,66 a	A 12,08 b	A 12,17 ab	A 12,36 a

Médias aritméticas simples, de três 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;

Conforme pode ser observado na Tabela 1, não houve diferenças significativas entre as temperaturas em cada período de armazenamento do arroz em casca. Entretanto, podem ser verificadas diferenças significativas no decorrer do armazenamento.

Este comportamento em relação à umidade ocorreu porque ela tem caráter dinâmico de equilíbrio higroscópico, acompanhando as condições do ambiente de armazenamento, o que também é registrado na literatura (Meneghetti, 2008). As umidades, entretanto, permaneceram nas faixas pré-estabelecidas para o estudo.

Na Tabelas 2 são apresentadas as massas específicas de grãos de arroz, armazenados em casca, 12% de umidade, durante doze meses, em temperatura ambiente (24°C) e quatro temperaturas de resfriamento (20, 16, 12 e 8°C).

**TABELA 2.** Massa específica de grãos de arroz armazenados com casca, durante doze meses, com umidade inicial de 12%, em temperatura ambiental (24°C) e em quatro temperaturas de resfriamento

Temperaturas (°C)	Massa específica (kg.(m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> )			
	1º Mês	4º Mês	8º Mês	12º Mês
24	A 492,70 a	A 495,94 a	A 494,00 a	B 473,57 b
20	A 492,70 a	A 492,67 a	A 493,69 a	B 474,39 b
16	A 492,70 a	A 494,01 a	A 493,29 a	A 478,67 b
12	A 492,70 a	A 495,98 a	A 493,19 a	A 479,98 b
8	A 492,70 a	A 493,24 a	A 490,64 a	A 481,37 b

Médias aritméticas simples, de três 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;

Conforme pode ser observado nos dados apresentados na Tabelas 2 não houve diferenças significativas na massa volumétrica até o oitavo mês de armazenamento entre nenhuma das temperaturas testadas. As diferenças aparecem a partir deste período de armazenamento.

Nos grãos armazenado nas temperaturas abaixo de 16°C ocorreram os melhores resultados de manutenção da massa específica dos grãos. Observando-se os dados é possível verificar que no décimo segundo mês de armazenamento os valores de massa específica em todas as temperaturas foram menores diferenciando significativamente das demais.

Esse comportamento é decorrente da temperatura de armazenamento, que reduz o metabolismo dos grãos e isso diminuindo as perdas de massa, relato similar foi feito por Fagundes et. al. (2005).

Na Tabela 3 são apresentadas as massas de mil grãos de arroz armazenados em casca, com 12% de umidade, durante doze meses, em temperatura ambiente (24°C) e quatro temperaturas de resfriamento (20, 16, 12 e 8°C).

**TABELA 3.** Massa de mil grãos (g) de grãos de arroz armazenados com casca, durante doze meses, com umidade inicial de 12%, em temperatura ambiental (24°C) e em quatro temperaturas de resfriamento

Temperaturas (°C)	Massa de mil grãos (g)			
	1º Mês	4º Mês	8º Mês	12º Mês
24	A 21,61 a	A 21,41 a	A 21,26 b	B 21,22 b
20	A 21,61 a	A 21,45 a	A 21,45 a	B 21,28 a
16	A 21,61 a	A 21,31 a	A 21,44 a	A 21,51 a
12	A 21,61 a	A 21,40 a	A 21,36 a	A 21,56 a
8	A 21,61 a	A 21,49 a	A 21,41 a	A 21,51 a

Médias aritméticas simples, de três 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;

Conforme pode ser observado na Tabela 3, o comportamento da massa de mil grãos foi o mesmo observado na massa específica (Tabelas 2), sendo evidenciados efeitos significativos do resfriamento a partir do oitavo mês de armazenamento. Em temperatura superior a 16°C, os grãos tiveram perdas significativas de massa a partir do oitavo mês.

Ambos os parâmetros, massa de mil grãos e massa específica ou peso volumétrico, são influenciados pelo metabolismo e esse sofre ações da temperatura e da umidade, o que explica os comportamentos exibidos nas Tabelas 1, 2, 3.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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. 2009.

ELIAS, M.C.; SCHIAVON, R.A.; OLIVEIRA, M.; RUTZ, D.; VANIER, N.L.; PARAGINSKI, R.T. Tecnologias e Inovações nas Operações de Pré-armazenamento, Armazenamento e Conservação de Grãos. In: Moacir Cardoso Elias, Maurício de Oliveira; Rafael de Almeida Schiavon. (Org.). **Qualidade de Arroz na Pós-Colheita: Ciência, Tecnologia e Normas**. 1ed.Pelotas: Santa Cruz, 2010, v. 1, p. 213-266.

FAGUNDES, C.A.A.; ELIAS, M.C.; BARBOSA, F.F. Desempenho industrial de arroz secado com ar aquecido por queima de lenha e glp. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v. 30, p. 8-15, 2005.

GOMES, A.S.; MAGALHÃES JUNIOR, A.M. Arroz Irrigado no Sul do Brasil. Brasília, DF: **Embrapa Informação**. 2004. 899p.

GWINNER, J.; RÜDIGER, H.; MÜCK, O. Manual sobre prevenção das perdas de grãos no pós-colheita. Projeto de proteção dos produtos armazenados do Ministério Federal da Cooperação Econômica e de Desenvolvimento (BMZ) da República Federal da Alemanha. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Eschborn - FRG, 1997. 143p.

HEINRICH, B. Grain preservation by means of refrigeration in tropical countries. **Sulzer Technical Review**, Bonn, n.4, 1989.

KAZAMI, D., TSUCHIYA, T., KOBAYASHI, Y., & OGURA, N. Effect of storage temperature on the quality of potato tubers. **Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology**, 47(11), 851–856. 2000.

LAZZARI, S.M.N.; KARKLE, A.F. e LAZZARI, F.A. Resfriamento artificial para o controle de Coleoptera em arroz armazenado em silo metálico. **Rev. Bras. entomol.** 2006, vol.50, n.2, pp. 293-296.

LORINI, I.; KRZYŻANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A. Principais pragas e métodos de controle em sementes durante o armazenamento. **Informativo Abrates**, v. 19, p. 21-28, 2009.

MAIER, D.E. Chilled Air Grain Conditioning and Pest Management. **Association of Operative Millers – Bulletin**, Salt Lake City, Utah, p. 6655-6663, 1995.

MENEGHETI, V.L. **Parâmetros industriais e qualidade de consumo do arroz na secagem e no armazenamento**. 2008. 89f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

PUZZI, D. **Abastecimento e armazenagem de grãos**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 2000. 666p.

SANTOS, G.L. **Manejo térmico no tempo de secagem, na eficiência energética e nas características industriais e de consumo do arroz**. 2004. 114f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial), Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

SOWOKINOS, J.R.; ORR, P.H.; KNOPER, J.A.; VARNIS, J.L. Influence of potato storage and handling stress on sugars, chip quality and integrity of the starch (amyloplast) membrane. **American Potato Journal**, 64, 213–226, 1987.

WALTER, M.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L.A. Arroz: composição e características nutricionais. **Ciência Rural**, v.38, n.4,p.1184-1192, 2008.