

RESFRIAMENTO NO ARMAZENAMENTO E EFEITOS EM PARÂMETROS DE QUALIDADE INDUSTRIAL E DE CONSUMO DE ARROZ - ESTUDO DE CASO EM ESCALA INDUSTRIAL

GUILHERME HEMP OSTERBERG¹; BRUNO BERNARDES LYRA²; MATHEUS NATANAEL LEMOS DE LIMA²; PATRICK DA SILVA SILVA²; MARCOS DE OLIVEIRA MONTE²; MOACIR CARDOSO ELIAS³

¹UFPEL-FAEM – Acadêmico de Agronomia – E-mail: guilhermeosterberg@gmail.com

²UFPEL-FAEM – Mestrando do CMPCTA - E-mail: brunoblyra@hotmail.com

²UFPEL-FAEM – Acadêmico de Agronomia – E-mail: matheuslemoslima@outlook.com

²UFPEL-FAEM – Doutorando do PPGCTA - E-mail: patrick._silva@hotmail.com

²UFPEL-FAEM – Mestrando do PPGCTA - E-mail: marcosmonte@live.com

³UFPEL-FAEM – Professor – eliasmc@uol.com.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o principal produtor de arroz irrigado (*Oryza sativa* L.) fora do continente asiático e mais de 70% da produção ocorre no Rio Grande do Sul (CONAB, 2022), sendo alimento consumido por cerca de 95% da população brasileira, na forma de grãos inteiros dos subgrupos integral, branco polido ou parboilizado (PAIVA, 2011).

O armazenamento ainda representa um gargalo na cadeia produtiva, mas vem ganhando novas perspectivas e inovações, como a tecnologia de controle de temperatura, com uso de resfriamento por insuflação e a aeração com ar frio (SCHIAVON, 2012), visando manter a qualidade dos grãos e melhorar o controle das infestações por insetos, principalmente em regiões onde as condições climáticas restrinja a aeração com ar natural. A baixa temperatura se mantém na massa de grãos por tempo prolongado devido a sua característica de má condutibilidade térmica, consolidando a técnica por amenizar problemas na armazenagem e aumentar rentabilidade aos produtores (ELIAS et al., 2010; 2021; FONSECA, 2015).

Objetivou-se, com o estudo de caso, avaliar efeitos do resfriamento dinâmico, em escala industrial, no armazenamento convencional do arroz em casca, utilizando bags, sobre parâmetros de qualidade comercial, industrial e de consumo.

2. METODOLOGIA

Foram utilizados grãos de arroz da cultivar 424 RI, da classe longo fino, produzidos em sistema irrigado na Região Central do Rio Grande do Sul. Empregando a metodologia de estudo de caso, o trabalho foi realizado em duas etapas, sendo a primeira fase, numa empresa de Santa Maria, onde foram feitas as operações de limpeza, secagem, condicionamento pelo método de resfriamento dinâmico dos grãos e armazenagem por um ano em instalação com resfriamento a 16±1°C. A segunda etapa, de industrialização em escala piloto e análises foi realizada no Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos (LABGRÃOS), do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial da Faculdade de Agronomia da UFPEL, com avaliações de efeitos do resfriamento sobre parâmetros de desempenho industrial e qualidade industrial e de consumo dos grãos de arroz cultivados na safra 2020/21, utilizando metodologias de análises

oficiais, complementadas por outras desenvolvidas no próprio LABGRÃOS, com base nas normativas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2012).

Os teores de proteína, lipídeos, fibras, cinzas e amido foram avaliados por espectrometria de infravermelho próximo, com espectrômetro (NIRS™ DS2500, FOSS, Dinamarca) que contém curva de calibração específica para arroz. O peso de mil grãos (PMG) foi determinado com contador eletrônico (Comp Sanick, ESC 2011) e avaliado de acordo com as normas do MAPA (Brasil, 2009). O peso do hectolitro foi determinado a partir do uso da balança marca Dalle Molle, de acordo com Regras de Análise de Sementes (ISTA, 2008). Os percentuais de defeitos metabólicos e não metabólicos foram avaliados em bancada seguindo as diretrizes contidas na IN MAPA 02/2012.

O beneficiamento do arroz foi realizado em Engenho de Provas Zaccaria (Modelo PAZ-1-DTA), com a separação dos grãos inteiros e quebrados realizada no cilindro alveolado do próprio equipamento e complementada manualmente.

O tempo de cocção foi avaliado de acordo com a metodologia proposta por Juliano e Bechtel (1985), sendo a amostra considerada cozida quando 90% dos grãos deixavam de apresentar o hilo branco no centro. Os rendimentos gravimétrico e volumétrico foram avaliados em mini-panelas, por método desenvolvido no LABGRÃOS, a partir de 30g de arroz cru, com cozimento em chapa aquecida a 95°C. Após repouso de 30 minutos em temperatura ambiente, as amostras eram pesadas e o volume medido. Ao final de cada cocção também eram avaliadas características como aspecto, aroma e solubilidade dos grãos. Os dados obtidos foram submetidos ao teste de comparação de média Teste t-Student.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 aparece a composição química expressa pelos teores de proteína, lipídeos, fibras, cinzas e amido. Na tabela 2 são apresentadas as incidências de manchados/picados, amarelo, gessado e barriga branca, avaliados de acordo com a IN 02 (BRASIL, 2012). Tempo de cocção, rendimento gravimétrico e rendimento volumétrico de arroz integral e polido estão apresentados nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 1: Composição química básica de grãos de arroz, integral e polido, com tratamento refrigerado artificial controlado em 16°C e armazenados por 12 meses.

Subgrupo	Tratamento	Composição química (%)*					
		Umidade	Proteínas	Lipídeos	Fibras	Cinzas	Amido
Arroz Integral	Inicial	12,77 ^{ns}	9,24 ^{ns}	1,25 ^{ns}	2,18 ^{ns}	1,33 ^{ns}	70,07 ^{ns}
	Aos 12 meses	13,27 ^{ns}	9,43 ^{ns}	1,28 ^{ns}	2,24 ^{ns}	1,29 ^{ns}	68,25 ^{ns}
Arroz Polido	Inicial	11,45 ^{ns}	8,27 ^{ns}	2,00 ^{ns}	2,17 ^{ns}	1,09 ^{ns}	72,30 ^{ns}
	Aos 12 meses	11,87 ^{ns}	8,04 ^{ns}	2,07 ^{ns}	2,19 ^{ns}	1,07 ^{ns}	73,23 ^{ns}

*Médias aritméticas simples, de três repetições. Letras ns não diferem pelo teste de Teste t-Student a 5%. em cada parâmetro de cada subgrupo.

Tabela 2 – Percentagem de incidência de defeitos metabólicos e não metabólicos em grãos armazenados com resfriamento artificial em 16°C, durante doze meses

Subgrupo	Período	Defeitos metabólicos e não metabólico (%)			
		Manchado/Picado	Amarelo	Gessado	Barriga Branca
Arroz Polido	inicial	0,38 ns	0,26 ns	0,34 ns	5,84 ns

12 meses 0,42 ns 0,22 ns 0,33 ns 5,62 ns

Médias aritméticas simples, de três repetições. Letras ns não diferem pelo teste de Teste t-Student a 5%.

Avaliar defeitos metabólicos e não metabólicos é muito importante, pois eles são indicativos de como está a qualidade dos grãos armazenados, representando a degradação e manutenção do ecossistema (ELIAS, 2007).

Analisando-se os dados das tabelas 1 e 2, é possível verificar que assim como a composição química básica, também a incidência de defeitos nos grãos não foi afetada no arroz submetido ao resfriamento dinâmico seguido do armazenamento convencional em bags durante doze meses.

Nas tabelas 3 e 4 são apresentados os tempos, rendimento gravimétrico e rendimento volumétrico de cocção de arroz integral e de arroz polido, respectivamente, ao início e após 12 meses de armazenamento refrigerado dos grãos em casca.

Tabela 3. Parâmetros de cocção de arroz integral ao início e após 12 meses de armazenamento refrigerado dos grãos em casca.

Período	Tempo de cocção (minutos)	Rendimento Gravimétrico (%)	Rendimento Volumétrico (%)
Início da armazenagem	23,39 ± 0,09 NS	300,63 ± 0,28 *	321,53 ± 0,57 NS
Após 12 meses	23,24 ± 0,07 NS	239,47 ± 2,96 *	289,05 ± 9,72 NS

Médias seguidas de * na mesma coluna diferem entre si quando submetidas ao Test-T.

Tabela 4. Parâmetros de cocção de arroz polido, ao início e após 12 meses de armazenamento refrigerado dos grãos em casca.

Período	Tempo de cocção (minutos)	Rendimento Gravimétrico (%)	Rendimento Volumétrico (%)
Inicial	14,22 ± 0,18 ns	228,26 ± 0,73 ns	248,33 ± 1,88 *
12 meses	14,15 ± 0,20 ns	241,22 ± 2,42 ns	260,58 ± 1,65 *

Médias seguidas de * na mesma coluna diferem entre si quando submetidas ao Test-T.

As amostras de grãos de arroz integral (tabela 3) apresentaram tempo de cocção aproximadamente de 23 minutos, enquanto nos grãos polidos foi de 14 minutos, não apresentando diferenças significativas do início para os doze meses de armazenamento.

No rendimento gravimétrico, houve diferença apenas nas amostras de arroz integral (tabela 3), que passou de 300 % no início para 239% ao final de um ano, enquanto no arroz polido (tabela 4) não ocorreram diferenças significativas. Para o rendimento volumétrico, não houve diferença significativa nas amostras de arroz integral. No arroz polido houve aumento significativo de rendimento volumétrico, passando de 248% para 260% após um ano de armazenamento refrigerado. Os resultados das Tabelas 3 e 4 são compatíveis com relatos da literatura (PARK et al., 2012, SCHIAVON, 2012, ZIEGLER et al., 2016; BERTINETTI, 2017; NASCIMENTO et al. 2019), que avaliaram a influência do armazenamento a frio durante um ano nas características tecnológicas de arroz, demonstrando a importância da utilização do frio para evitar elevados tempos de cocção.

4. CONCLUSÕES

O sistema de resfriamento dinâmico e o armazenamento a 16±1°C foram eficientes para preservar a qualidade comercial, industrial e de consumo dos grãos de arroz por pelo menos um ano. Os tempos de cocção tanto nas amostras de arroz

integral como polido não foram alterados em um ano de armazenamento. O rendimento gravimétrico aumentou no arroz polido e não se alterou no arroz integral.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA. **Instrução Normativa MAPA Nº 2, 06 de fevereiro de 2012.**

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos- V. 6 - SAFRA 2021/22 - julho de 2022.**

ELIAS, M.C.; OLIVEIRA, M.; VANIER, N.L. Qualidade de arroz da pós-colheita ao consumo. Pelotas: Editora Universitária da UFPEL, 2012.

ELIAS, M.C.; SCHIAVON, R.A.; OLIVEIRA, M.; RUTZ, D.; VANIER, N.L.; PARAGINSKI, R.T. **Tecnologia e inovações nas operações de pré-armazenamento, armazenamento e conservação de grãos.** Sistema de Qualidade de Arroz na Pós-Colheita: Ciência, Tecnologia e Normas. 1ed. Pelotas: Santa Cruz, 2010, v. 1, p. 213-266.

ELIAS, M.C.; VANIER, N.L.; OLIVEIRA, M.; POHNDORF, R.S.; AVILA, B.P. **Armazenamento de arroz no Brasil - Avaliação, manejo operacional e tecnológico para redução de perdas.** In: Paulo Cláudio Machado Júnior; Stelito Assis dos Reis Neto (Org.). Perdas em transporte e armazenagem de grãos: panorama atual e perspectivas. 1ed. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), 2021, v. 1, p. 127-141.

HEINEMANN, R. J. B.; FAGUNDES, P. L.; PINTO, E. A.; PENTEADO, M. V. C.; LANFER-MARQUEZ, U. M. 2005. **Comparative study of nutrient composition of commercial brown, parboiled and milled rice from Brazil.** Journal of Food Composition and Analysis, v. 18, p. 287-296.

starch structure. **Starch/Stärke.** v.43, n.10, p.375-384, 1991.

PAIVA, Flávia Fernandes. **Efeitos da pressão e do tempo de autoclavagem na parboilização sobre a qualidade dos grãos e a fração lipídica do arroz.** 2011. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2011.

PARK, C.; KIM, Y.; PARK, K.; KIM, B. Changes in physicochemical characteristics of rice during storage at different temperatures. Journal of Stored Products Research, v. 48, n. 1, p. 25-29, 2012.

SCHIAVON, R. A. **Efeitos do resfriamento artificial no armazenamento sobre parâmetros de avaliação de qualidade industrial de grãos de arroz.** 2012. 82f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.

ZIEGLER, V.; FERREIRA, C.D.; GOEBEL, J.T.S.; BATISTA, A.; KRONING, D.; ELIAS, M.C. **Effects of storage temperature on the technological and sensory properties of integral rice with pericarp brown, black and red.** Brazilian Journal of Food Research, v. 7, p. 173-189, 2016.

ZHOU, Z.; ROBARDS, K.; HELLIWELL, S.; BLANCHARD, C. **Effect of storage temperature on rice thermal properties.** Food Research International, Barking, n. 3, v. 43, p. 709-715, 2010.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPERGS, ao CNPQ e à CAPES, pelo apoio financeiro e pelas bolsas para realização da pesquisa.