

RESFRIAMENTO NO ARMAZENAMENTO E EFEITOS NA QUALIDADE DE CONSUMO DE ARROZ INTEGRAL E POLIDO - ESTUDO DE CASO¹

Patrick da Silva Silva²; Bruno Bernardes Lyra³; Abner Tabordes Rutz⁴; Guilherme Hemp Osterberg⁵; Matheus Nataniel Lemos Lima⁵; Nelson Hilário Mubai⁶; Moacir Cardoso Elias⁷

Palavras-chave: arroz, resfriamento, qualidade, consumo

INTRODUÇÃO

O arroz irrigado (*Oryza sativa* L.) ocupa aproximadamente 1.302,1 milhões de hectares, com uma produção de 9.890,8 mil toneladas de grão em casca, na safra 2021/22. O Brasil é o principal produtor fora do continente asiático e sul do País produz cerca de 80% do arroz brasileiro, sendo o Rio Grande do Sul responsável por mais de 70% da produção nacional (CONAB, 2022). Cerca de 95% da população brasileira consome arroz, na forma de grãos inteiros dos subgrupos integral, branco polido ou parboilizado (PAIVA, 2011).

O armazenamento vem ganhando novas perspectivas e inovações, entre as quais estão a possibilidade de controle de temperatura, o uso de resfriamento por insuflação e a aeração com ar frio (SCHIAVON, 2012). Com o intuito de manter a qualidade dos grãos e melhorar o controle das infestações por insetos, o uso do resfriamento artificial surge como uma ferramenta importante principalmente em regiões onde devido ao clima, a aeração natural fique restrita. Essa baixa temperatura se mantém na massa de grãos por um período prolongado devido a sua característica de má condutibilidade térmica. Essa técnica se consolidou por amenizar problemas na armazenagem e aumentar rentabilidade aos produtores (ELIAS et al., 2010; 2021).

A qualidade de consumo é definida por um conjunto de atributos que o caracterizam e que determinam o grau de aceitação pelo comprador. Entre eles estão a qualidade industrial, adequação do produto aos padrões de comercialização e a qualidade culinária e sensorial ou de consumo. Além da aparência quando os grãos estão ainda crus, a preferência é por arroz com qualidade de cocção que proporcione bom rendimento de panela, cozinhe rápido, apresente grãos secos e soltos após o cozimento e que permaneça macio após o resfriamento (ELIAS et al. 2012). A qualidade culinária do arroz está ligada principalmente ao perfil físico-químico do amido e inclui transformações que ocorrem durante o cozimento e resfriamento. A fim de conhecer os efeitos que o armazenamento pode gerar, são realizados testes de cocção – para entender o comportamento de panela (tempo de cocção, rendimento gravimétrico e volumétrico) para investigar a capacidade de absorção de água e de expansão em volume, e análise instrumental de textura – para avaliar as propriedades físicas (dureza, adesividade, entre outros) eliminando aspectos subjetivos de uma análise sensorial (FONSECA, 2015).

Objetivou-se, com o estudo de caso, verificar efeitos do resfriamento dinâmico, na armazenagem em bags, dos grãos em casca sobre comportamento de cocção, rendimento gravimétrico e volumétrico, atributos de qualidade de consumo e parâmetros instrumentais de textura em beneficiado por processo convencional nas formas de arroz integral e arroz polido.

¹Trabalho realizado no Laboratório de Pós Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos da Universidade Federal de Pelotas como parte da Dissertação do segundo autor no Curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos da FAEM-UFPEL

²Eng. Agrônomo, Doutorando do PPGCTA da FAEM-UFPEL, Campus Universitário s/n°, Capão do Leão, RS, e-mail: patrick._silva@hotmail.com

³Tecnólogo em Produção de Grãos, Mestrando do CMPCTA da FAEM-UFPEL. E-mail: brunoblyra@hotmail.com

⁴Acadêmico de Agronomia da FAEM-UFPEL. E-mail: rutztab.abn@gmail.com

⁵Acadêmico de Agronomia, Bolsista IC, FAEM-UFPEL. E-mails: guilhermeosterberg@gmail.com; matheuslemoslima@outlook.com

⁶Eng. Agrônomo, Mestre, Doutorando do PPGCTA da FAEM-UFPEL. E-mail: nhmubay@live.com

⁷Eng. Agrônomo, Doutor em Agronomia, Professor Titular da FAEM-UFPEL, E-mail: eliasmc@uol.com.br

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho, com arroz da cultivar 424 RI, da classe longo fino (agulhinha), foi realizado em duas etapas e empregou a metodologia de estudo de caso. A primeira, numa indústria da Região Central do Rio Grande do Sul, consistiu em limpeza, secagem, condicionamento pelo método de resfriamento dinâmico dos grãos e armazenagem por um ano em instalação com resfriamento entre 15 e 17°C. A segunda etapa, de beneficiamento industrial 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.

O beneficiamento do arroz foi realizado em Engenho de Provas Zaccaria (Modelo PAZ-1-DTA), onde os grãos foram submetidos ao descascamento e ao polimento. A separação dos grãos inteiros e quebrados foi realizada no trieur (cilindro alveolado) do próprio equipamento, complementada manualmente.

O tempo de cocção foi avaliado de acordo com a metodologia proposta por Juliano e Bechtel (1985), sendo determinado em Becker contendo 150 mL de água destilada aquecida a uma temperatura de 95°C, em chapa de ferro, com verificação, depois de 10 minutos de cocção, com dez grãos amassados em placas de vidro, a cada minuto. A amostra era considerada cozida quando 90% dos grãos deixavam de apresentar o hilo branco no centro. Os rendimentos gravimétrico e volumétrico foram avaliados em mini-panels, 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. A avaliação de volume partia de altura medida com paquímetro em 5 pontos. A dureza do arroz cozido foi determinada através de um texturômetro (Stable Micro Systems Texture Analysers, modelo TA.XTplus), conforme descrito por Paiva et al. (2016). O sistema analisador foi equipado com uma célula de carga de 5 kg com compressão de dois ciclos para comprimir até 90% da espessura original dos grãos, usando probe cilíndrico de 4,5 cm de diâmetro, velocidade de teste de 1mm.s⁻¹ e tempo entre compressões de 3 segundos, em dez determinações por tratamento. Ao final de cada cocção também eram avaliadas características como aspecto, aroma e solubilidade dos grãos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tempo de cocção, rendimento gravimétrico e rendimento volumétrico de arroz integral e polido estão apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1: Tempo de cocção, rendimento gravimétrico e rendimento volumétrico de arroz integral ao longo de 12 meses de armazenagem 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 2: Tempo de cocção, rendimento gravimétrico e rendimento volumétrico de arroz polido ao longo de 12 meses de armazenagem refrigerado dos grãos em casca.

Período	Tempo de cocção (minutos)	Rendimento Gravimétrico (%)	Rendimento Volumétrico (%)
Início da armazenagem	14,22 ± 0,18 NS	228,26 ± 0,73 NS	248,33 ± 1,88 *
Após 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.

O tempo de cocção para as amostras de grãos polidos foi em média de 14 minutos e de 23 minutos para as amostras de arroz integral, não havendo diferenças significativas após um ano de

armazenamento. Nascimento et. al (2019), que avaliaram a influência do armazenamento a frio durante um ano nas características tecnológicas de arroz, encontraram tempos de cocção que corroboram com os encontrados no presente estudo, de 24 minutos para arroz integral e de 14 minutos para grãos polidos. Segundo Schiavon (2012) que avaliou diferentes temperaturas de armazenamento no período de um ano, o tempo de cocção só foi influenciado no tratamento em temperatura ambiente (24°C) aumentando 5 minutos, enquanto que nas temperaturas estudadas de resfriamento (8, 12, e 16°C) o aumento foi de 3 minutos, demonstrando a importância da utilização do frio para evitar elevados tempos de cocção.

No rendimento gravimétrico, houve diferença apenas nas amostras de arroz integral (Tabela 2), com rendimento passando de 300 % no início para 239% ao final de um ano. Nas amostras de arroz polido 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 1 e 2 são compatíveis com relatos da literatura (PARK et al., 2012, SCHIAVON, 2012, ZIEGLER et al., 2016; BERTINETTI, 2017).

Os resultados obtidos para os parâmetros tecnológicos e de avaliação do consumidor estão apresentados nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3: Parâmetros tecnológicos e de avaliação do consumidor em arroz integral.

Período	Dureza (N)	Adesividade	Aspecto	Aroma	Soltabilidade
Início da armazenagem	5723,28*	-8,6860*	Pouca deformação	Típico	Soltos
Após 12 meses	8564,86*	-43,2963*	Pouca deformação	Típico	Soltos

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

Tabela 4: Parâmetros tecnológicos e de avaliação do consumidor em arroz polido.

Período	Dureza (N)	Adesividade	Aspecto	Aroma	Soltabilidade
Início da armazenagem	6000,75*	-136,04*	Normal	Típico	Soltos
Após 12 meses	6952,21*	-76,27*	Normal	Típico	Soltos

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

Doze meses de armazenamento refrigerado provocaram aumentos na dureza dos grãos de arroz integral (Tabela 3) e nos grãos polidos (Tabela 4). A adesividade no arroz integral aumentou (Tabela 3) e diminuiu no arroz polido (Tabela 4) em um ano de armazenamento refrigerado. Segundo Zhou et al. (2010) o incremento na dureza e a redução na adesividade estão associados com o envelhecimento do arroz, devido a redução da hidratação dos grânulos de amido. Variações em parâmetros textuométricos são registradas na literatura especializada. A redução na adesividade foi relatada por Schiavon (2012) em um ano de armazenamento em temperaturas baixas. Park et al. (2012) também reporta redução da adesividade em armazenamento de grãos com temperaturas baixas, porém seus estudos mostraram simultaneamente redução da dureza.

Os parâmetros de aspecto, aroma e soltabilidade não sofreram efeitos do resfriamento, mantendo suas características idênticas a da amostra inicial, tanto no integral como no polido.

CONCLUSÃO

O resfriamento no armazenamento permitiu manutenção de atributos de avaliação de qualidade culinária como aspecto, aroma e soltabilidade. 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 nos grãos de arroz integral. Nos parâmetros de textura, a dureza aumentou e adesividade diminuiu na amostra de arroz integral 12 meses e no polido tanto a dureza como adesividade aumentaram em relação ao início. O

resfriamento dos grãos em casca no armazenamento, pelo menos entre 15 e 17C, se mostrou eficaz para preservação dos principais atributos de qualidade de consumo do arroz.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao CNPQ, à CAPES e à FAPERGS pelas bolsas de pesquisa e pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERTINETTI, I. A. **Efeitos da secagem e do beneficiamento industrial sobre parâmetros tecnológicos de avaliação de qualidade e teores de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em grãos de arroz**. 2017. 70f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos-V. 6 - SAFRA 2021/22 - maio de 2022**.
- ELIAS, M.C.; OLIVEIRA, M.; VANIER, N.L.; PARAGINSKI, R.T.; CASARIL, J. **Manejo tecnológico na pós-colheita e inovações na conservação de grãos de arroz**. In: ELIAS, M. C.; OLIVEIRA, M.; VANIER, N. L. (Ed.). *Qualidade de arroz da pós-colheita ao consumo*. Pelotas: Editora Universitária da UFPel, 2012. v. 1, p. 21-42.
- 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.
- FONSECA, R. C. **Determinação de parâmetros de qualidade de grãos associados ao comportamento culinário em arroz de terras altas**. 2015. 118 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2015.
- NASCIMENTO, L.A.; FABIÃO, M.B.; RODRIGUES, D.S.; PEREIRA, A.M.; HEBERLE, T.; SILVA, W.M.F.; ELIAS, M.C. **Efeitos do armazenamento na qualidade tecnológica de grãos de arroz japonico (*Oryza sativa* L.) integral e polido**. 2019. XI Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado - Balneário Camboriú – 2019.
- 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.