

Condições de secagem e armazenamento na qualidade física de grãos de arroz Moti gome

Drying and storage conditions on the physical quality of Moti gome rice grains

Condiciones de secado y almacenamiento sobre la calidad física de los granos de arroz Moti gome

Recebido: 27/09/2022 | Revisado: 14/10/2022 | Aceitado: 15/10/2022 | Publicado: 20/10/2022

Ícaro Pereira de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7307-229X>

Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

E-mail: icodsouza@gmail.com

Ana Karoline Schmidt

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4010-5996>

Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

E-mail: anaakaroline.s@gmail.com

Solenir Ruffato

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9132-6799>

Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

E-mail: soleruffato@gmail.com

Priscylla Martins Carrijo Prado

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3174-8292>

Universidade Federal de Goiás, Brasil

E-mail: priscyllamartins@hotmail.com

Resumo

O arroz Moti gome é caracterizado por sua consistência glutinosa e muito apreciado em pratos da culinária japonesa. Em geral, o arroz é um cereal de grande consumo mundial e, sendo um produto sazonal, sua conservação e armazenagem são justificadas. Este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos das condições de secagem e armazenagem sobre a qualidade de grãos de arroz Moti gome, durante sua conservação. A secagem do arroz foi realizada em três condições, ou seja, natural; artificial a 40 e a 60 °C e a armazenagem realizada sob duas temperaturas, 15 e 28 °C por um período de 7 meses. Foram avaliadas as características qualitativas físicas (massa específica aparente e massa de mil grãos), caracterização do tamanho e forma, e renda de benefício (renda, rendimento de inteiros e quebrados). Os resultados permitem concluir que os grãos secos artificialmente apresentaram melhor qualidade física quando comparados com aqueles secos no campo. O tipo de secagem não promoveu variações importantes quanto ao tamanho e forma dos grãos. O grão seco naturalmente possui rendimento de inteiros inferior ao exigido comercialmente, menor renda e maior quantidade de grãos quebrados.

Palavras-chave: Arroz japonês; Pós-colheita; Renda e rendimento de inteiros.

Abstract

Moti gome rice is characterized by its glutinous consistency and is very popular in Japanese cuisine. In general, rice is a cereal of great consumption worldwide and, being a seasonal product, its conservation and storage are justified. This work aimed to evaluate the effects of drying and storage conditions on the quality of Moti gome rice grains during their conservation. Rice drying was carried out under three conditions, that is, natural; artificial at 40 and 60 °C and storage at two temperatures, 15 and 28 °C for a period of 7 months. The physical qualitative characteristics (apparent specific mass and mass of one thousand grains), size and shape characterization, and benefit income (income, whole and broken yield) were evaluated. The results allow us to conclude that the artificially dried grains presented better physical quality when compared to those dried in the field. The type of drying did not promote important variations in the size and shape of the grains. The dry grain naturally has a lower whole yield than commercially required, lower yield and higher amount of broken grains.

Keywords: Japanese rice; Post-harvest; Integer income and income

Resumen

El arroz Moti gome se caracteriza por su consistencia glutinosa y es muy popular en la cocina japonesa. En general, el arroz es un cereal de gran consumo a nivel mundial y, al ser un producto de temporada, se justifica su conservación y almacenamiento. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar los efectos de las condiciones de secado y almacenamiento en la calidad de los granos de arroz Moti gome durante su conservación. El secado del arroz se realizó en tres condiciones, es decir, natural; artificial a 40 y 60 °C y almacenamiento a dos temperaturas, 15 y 28 °C por un período de 7 meses. Se evaluaron las características físicas cualitativas (masa específica aparente y masa de mil granos),

caracterización de tamaño y forma, y rendimiento de beneficio (rendimiento, rendimiento entero y quebrado). Los resultados permiten concluir que los granos secados artificialmente presentaron mejor calidad física al compararlos con los secados en campo. El tipo de secado no promovió variaciones importantes en el tamaño y forma de los granos. El grano seco naturalmente tiene un rendimiento total más bajo que el requerido comercialmente, un rendimiento más bajo y una mayor cantidad de granos quebrados.

Palabras clave: Arroz japonés; Poscosecha; Ingresos enteros e ingresos

1. Introdução

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais mais produzidos mundialmente, sendo cultivado nos cinco continentes e considerado como principal alimento para cerca de 2,4 bilhões de pessoas (Embrapa, 2017). Na economia, este cereal desempenha papel estratégico em níveis econômico e social, principalmente em países em desenvolvimento (Walter et al., 2008). No Brasil foram produzidas 11,7 milhões de toneladas do grão na safra 2020/21, em uma área de 1,7 milhões de hectares, sendo 76% com arroz irrigado, posicionando o país entre os dez principais produtores e exportadores (Conab, 2021; Usda, 2021).

Existem muitas variedades de arroz que apresentam diversas texturas e propriedades após o cozimento, sendo utilizadas em vários preparos, dependendo da aceitação e costumes dos consumidores (Qiu et al., 2021). As principais variedades produzidas são: arroz preto, arroz arbóreo, arroz agulhinha, arroz selvagem, arroz vermelho, arroz jasmim, assim como o arroz Moti gome.

O arroz Moti gome é muito usado na culinária japonesa, normalmente em forma de bolinhos, com várias combinações de ingredientes e sabores, tanto doce quanto salgado. Cada tipo é consumido em determinada estação ou época do ano, como exemplos tem-se: Sakuramochi; Kashiwamochi; Kusamochi; Hishimochi; Ohagi; Tsukimi dango; Botamochi Kagamimochi (Nippo, 2016).

A secagem é uma das principais etapas no processamento pós-colheita, pois possibilita o armazenamento seguro, além de promover alterações nas propriedades físicas e mudanças qualitativas indesejáveis como a descoloração, oxidação, trinca ou quebra dos grãos (Botelho et al., 2016). Além disso, a temperatura de armazenamento possui influência direta na conservação do produto estocado, permitindo a manutenção das características iniciais de armazenagem dos grãos por períodos mais longos (Paraginski et al., 2015).

No que se refere a pós-colheita, o arroz configura como um dos produtos que exige maiores cuidados nos processos de secagem e armazenamento, visto que é comercializado por propriedades qualitativas e ser altamente susceptível a danos. Diante do exposto, objetivou-se com este estudo avaliar os efeitos de processos de secagem e condições de armazenamento sobre qualidade física e rendimento de grãos de arroz Moti gome.

2. Metodologia

Este estudo foi realizado na região Norte de Mato Grosso, em área comercial no município de Porto dos Gaúchos/MT. Foram utilizados grãos de arroz Moti gome (arroz japonês) obtidos do cultivo com tratos culturais de acordo padrão produtor realizado em 2019/2020 (1ª safra). O cultivo foi em terras altas (sequeiro) pela técnica de cultivo mínimo.

O clima da região é classificado como Aw, tropical chuvoso (Koppen, 1931), e com duas estações climáticas bem definidas: chuvosa (outubro a abril) e seca (maio a setembro). A temperatura média anual é em torno de 26 °C, com mínima de 24 °C e máxima de 40 °C, e a precipitação anual varia de 1200 a 2000 mm (Souza et al., 2013).

Após a maturação dos grãos de arroz Moti gome na planta, ou seja, quando atingido o teor de água de 20% b.u., aproximadamente em 01/05/2020, foi realizada de forma manual a colheita e debulha de 6 amostras aleatórias da área de produção (200 hectares). Em seguida, os grãos foram conduzidos ao Laboratório de Pós-Colheita, Instituto de Ciências

Agrárias e Ambientais - ICAA, Campus de Sinop da Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT. As amostras foram submetidas ao processo de secagem artificial, em estufa com circulação forçada de ar nas temperaturas de 40 e 60 °C até a umidade comercial de 13%b.u.

No que tange à secagem natural, a umidade do arroz, ainda no campo, foi acompanhada pelas semanas seguintes e, devido a um atraso na colheita e por condições logísticas, em 15 de junho de 2020 as amostras foram colhidas com 11%b.u., constituindo o tratamento secagem natural.

Desta forma, este experimento foi realizado em esquema fatorial 3 x 2 x 7 com três repetições, sendo três condições de secagem: natural, artificial a 40 °C e a 60 °C; duas temperaturas de armazenamento, 15 e 28 °C; e sete meses de armazenagem.

Foram determinadas as propriedades físicas e, após as análises iniciais, as amostras (2 kg em 3 repetições originais) foram acondicionadas em embalagens de rafia e armazenadas nas temperaturas de 15 e 28 °C em estufa tipo B.O.D. (EletroLab – Modelo EL 202) para acompanhamento periódico de qualidade por 7 meses.

O tamanho e forma dos grãos foram determinados no início do experimento, assim para cada amostra foram selecionados e pesados individualmente 20 grãos. Em seguida, foram medidas as três dimensões do grão (comprimento, largura e espessura), utilizando paquímetro (Caliper, 0 - 150 mm) e calculada as características físicas dos grãos de acordo com as relações matemáticas propostas por Moshenin (1986).

A massa específica aparente (kg m^{-3}) foi quantificada por meio da utilização de uma balança de peso hectolitro (DalleMolle – Modelo Tipo 40), com cilindro de capacidade de $\frac{1}{4}$ de litro, possibilitando determinar a massa por volume de grãos. Foram realizadas três repetições por amostra. A massa de mil grãos (g) foi avaliada de acordo com a metodologia descrita nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), sendo separados para pesagem 4 repetições de 100 grãos por amostra.

A renda e rendimento de inteiros (%) foram realizadas no início e no final do experimento. Para isso, utilizou-se um engenho de prova, onde 3 repetições com 100 g de cada amostra dos tratamentos foram submetidas ao descasque, brunição, polimento e separação de inteiros e quebrados. Na sequência realizou-se a separação dos grãos inteiros e quebrados para obtenção do rendimento, por meio do trieur do engenho de prova.

O estudo estatístico consistiu em: tamanho e forma dos grãos analisados no início da armazenagem foram submetidos a análise de variância pelo teste F (5%) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, usando programa Sisvar (Ferreira, 2011). As propriedades físicas e rendimento de engenho foram avaliados de forma descritiva e plotados em diagrama de caixa (box plot) com auxílio do software, Jamovi (2021).

O diagrama de caixa representa os dados por meio de quartis, nos quais 50% dos valores têm-se a dispersão entre o primeiro e terceiro quartil, com a posição do valor mediano da variável avaliada. Fora da caixa, representados por linhas verticais, tem-se os limites superior e inferior. Podem ser observados ainda, pontos individuais discrepantes (outliers) além das linhas verticais.

3. Resultados e Discussão

A Tabela 1 mostra os dados de tamanho e forma dos grãos, sob influência do método e da temperatura de secagem. Observa-se que à exceção da espessura e do volume, as demais características dos grãos foram influenciadas pelo processo de secagem. Não se constatou tendência em relação ao tamanho ou forma quanto à secagem artificial ou natural. Entretanto, os grãos que permaneceram no campo, em secagem natural, apresentaram massa e massa específica unitária menores.

Tabela 1. Médias observadas para tamanho e forma dos grãos de arroz Moti gome submetidos à secagem artificial (40 °C e 60 °C.) e natural.

Secagem	Esp, mm	Larg, mm	Comp, mm	Mas, g	Vol, mm ³	MEU, kg m ⁻³	Esf, %	Circ, %
40 °C	2,06 ^{n.s.}	2,80 b	9,33 b	0,033 ab	28,31 ^{n.s.}	1.184,98 a	40,47 b	30,06 b
60 °C	2,12	2,97 a	9,28 b	0,036 a	30,60	1.170,46 a	41,81 a	32,03 a
Natural	2,02	3,03 a	9,71 a	0,031 b	31,18	999,92 b	40,18 b	31,26 ab
C.V. (%)	7,45	6,53	5,03	12,77	12,99	10,93	3,75	6,97

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, de cada propriedade, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Em que: Esp: espessura, Larg: largura, Comp: comprimento, Mas: massa, Vol: volume, MEU: massa específica unitária, Esf: esfericidade e Circ: circularidade. Fonte: Autores.

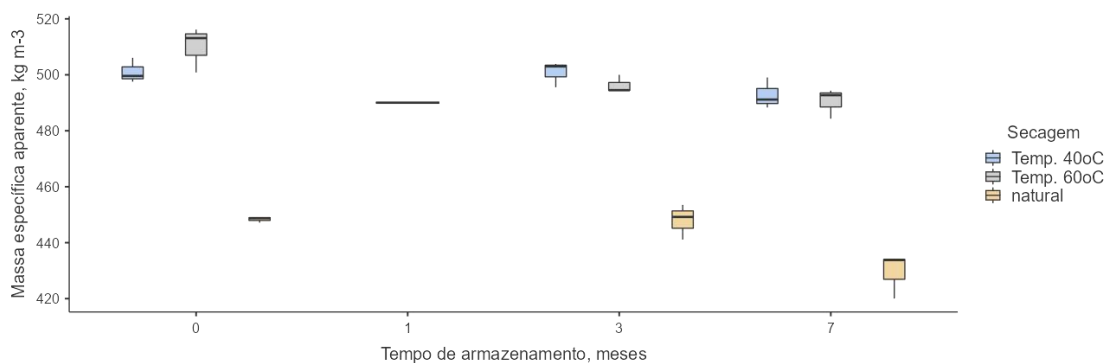
Díaz et al. (2015) trabalhando com variedades de arroz tipo Japônica (Nanatsuboshi, Yumepirika e Oborozuki) na umidade de 13%b.u., observaram valores semelhantes para a espessura e largura do grão. Entretanto, no que se refere ao comprimento e volume, obtiveram médias menores, 5,2 mm e 18 mm³, respectivamente.

Os dados obtidos do arroz Moti gome neste estudo também foram próximos para algumas variedades produzidas no Sul da Índia por Meera et al. (2019). Os autores analisaram dados geométricos dos grãos de 6,3 a 8,2 mm; 2,2 a 3,4 mm; 1,6 a 2,2 mm e 14,5 a 34,0 mm³ para comprimento, largura, espessura e volume do grão, respectivamente. Ainda, observaram esfericidade variando entre 45 e 56% e massa específica unitária entre 1.090 e 1.590 kg m⁻³. Isto demonstra muita dispersão entre dados físicos de grãos de arroz, os quais possuem estreita correlação com o material avaliado.

Borges et al. (2013), avaliando cultivares de arroz de sequeiro produzidas na região Norte de Mato Grosso, observaram valores entre 669 e 870 kg m⁻³ para a massa específica unitária, bem inferiores aos obtidos para o arroz japonico avaliado neste estudo e produzido na mesma região e sistema de cultivo. Contudo, os métodos de determinação desta propriedade se diferem entre os trabalhos. Os autores citados obtiveram a massa específica unitária de forma indireta pela relação da massa específica aparente e porosidade da massa de grãos e, neste estudo, a determinação foi realizada por equação matemática pelas dimensões do grão e sua massa.

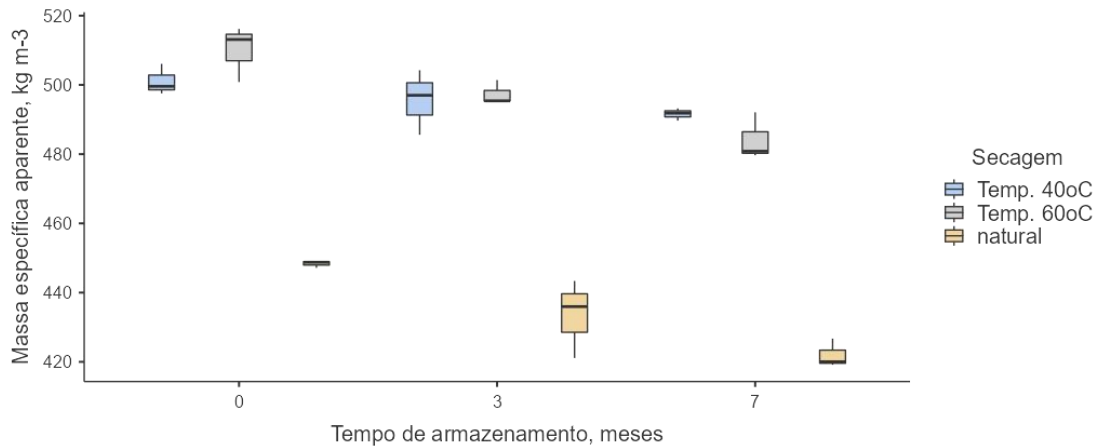
Verifica-se das Figuras 1 (armazenagem a 15 °C) e 2 (armazenagem a 28 °C) tendência de redução da massa específica aparente durante o tempo, para todos os tratamentos de secagem e condições de armazenamento, sendo mais expressiva para o produto seco naturalmente. Na secagem artificial, têm-se melhores resultados para grãos secos a 40 °C.

Figura 1. Variação da massa específica aparente do arroz armazenado na temperatura de 15 °C, submetido a diferentes condições de secagem e armazenado por 7 meses.



Fonte: Autores.

Figura 2. Variação da massa específica aparente do arroz armazenado na temperatura de 28 °C, submetido a diferentes condições de secagem e armazenado por 7 meses.



Fonte: Autores.

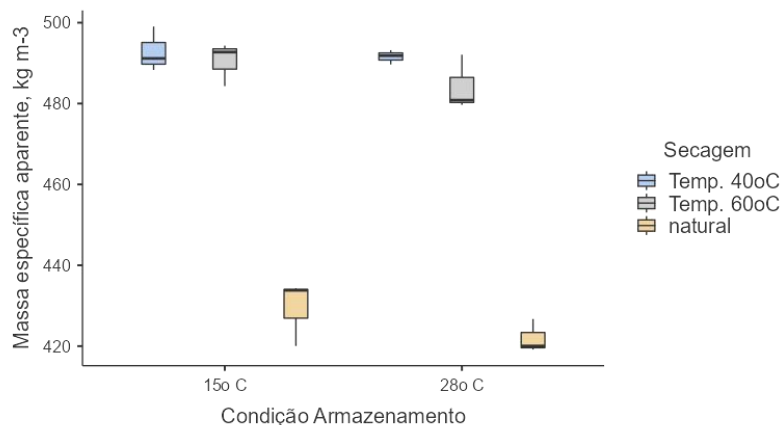
Ao final as amostras de arroz encontravam-se em equilíbrio higroscópico com o ambiente de armazenagem, cuja umidade relativa esteve em torno de 65 % (+ 3 %). O teor de água observado após equilíbrio foi de 13,5 %b.u. (+ 0,3 %b.u.) na temperatura de 15 °C e, 12,5%b.u. (+ 0,3 %b.u.) na temperatura de 28 °C.

A massa específica aparente do arroz seco a 40 °C apresentou menor redução para ambas as condições de armazenagem, mesmo que inicialmente tenha apresentado valores pouco menores do arroz que foi seco a 60 °C. De modo geral, os valores medianos da massa específica aparente do arroz seco a 40 e 60 °C, tanto no início quanto no final da armazenagem, permaneceram entre 480 e 513 kg m⁻³.

O arroz seco no campo apresentou massa específica aparente inicial inferior ao produto colhido úmido e seco artificialmente, com mediana de 449 kg m⁻³. Ainda, obteve maiores perdas ao longo do tempo para as duas temperaturas de armazenagem, alcançando ao final, valores medianos em torno de 420 e 434 kg m⁻³ para as condições de conservação a 28 e 15 °C, respectivamente.

Referente à massa específica aparente, no final do armazenagem (Figura 3), tem-se valores semelhantes para o arroz que foi seco artificialmente, ao passo que os grãos que secaram no campo apresentaram redução importante de massa.

Figura 3. Massa específica aparente final do arroz submetido a diferentes condições de secagem e armazenagem por 7 meses.



Fonte: Autores.

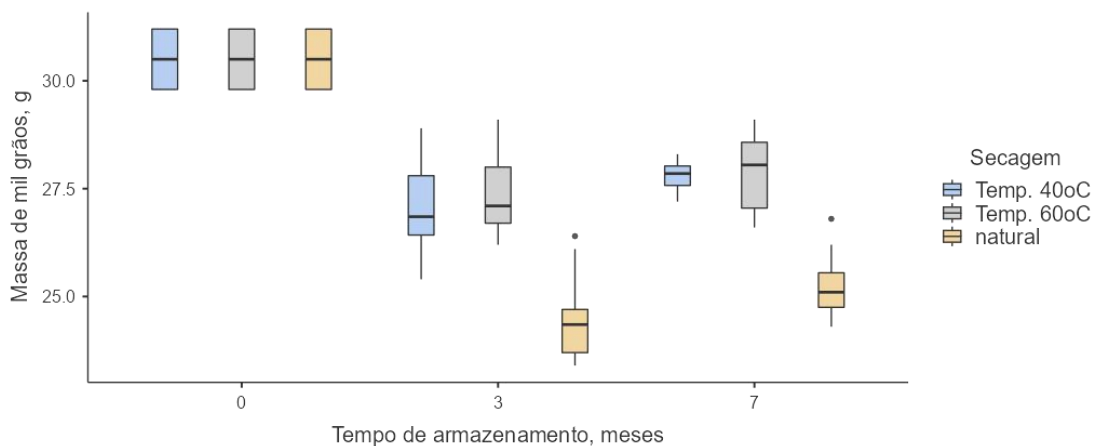
Os grãos secos a 40 e 60 °C e armazenados na temperatura de 15 °C, assim como o seco a 40 °C e armazenado a 28 °C alcançaram em torno de 492 kg m⁻³, enquanto que o arroz seco a 60 °C e armazenado a 28 °C obteve 481 kg m⁻³. O que varia dentro desses tratamentos são os quartis superior e inferior da dispersão de 50% dos dados, com menor variação entre os valores na situação de armazenagem a 28 °C. O arroz seco no campo apresentou melhor conservação na massa específica aparente quando armazenado a 15 °C.

A dispersão dos dados de massa específica aparente obtidos ao longo da armazenagem demonstra que há forte relação das condições de secagem sobre esta propriedade. Meera et al. (2019) avaliando cultivares de arroz Indiano chegaram a uma ampla faixa de valores, 490 a 640 kg m⁻³. Por outro lado, Díaz et al. (2015) que avaliaram três cultivares de arroz Japonico produzidas no Japão (Saporo), alcançaram valores médios entre 613 e 624 kg m⁻³, acima da obtida para o arroz Moti gome, em torno de 500 e 420 kg m⁻³, provavelmente por diferenciações entre material, método de cultivo e tratamentos pós-colheita.

Atrasos na colheita também são muito prejudiciais à qualidade de grãos, estando susceptíveis as variações climáticas e demais intempéries que podem ocorrer no campo. Borges et al. (2013), ao avaliarem a época de colheita (23, 30 e 37 dias após a floração média) de seis cultivares de arroz em terras altas (sequeiro), concluíram que a massa específica aparente do arroz foi menor quando colhido cedo (23 dias após a floração). Logo, o período de colheita, observado pelos autores e constatado neste estudo, é um dos fatores elementares para que sejam alcançados grãos com boa qualidade física.

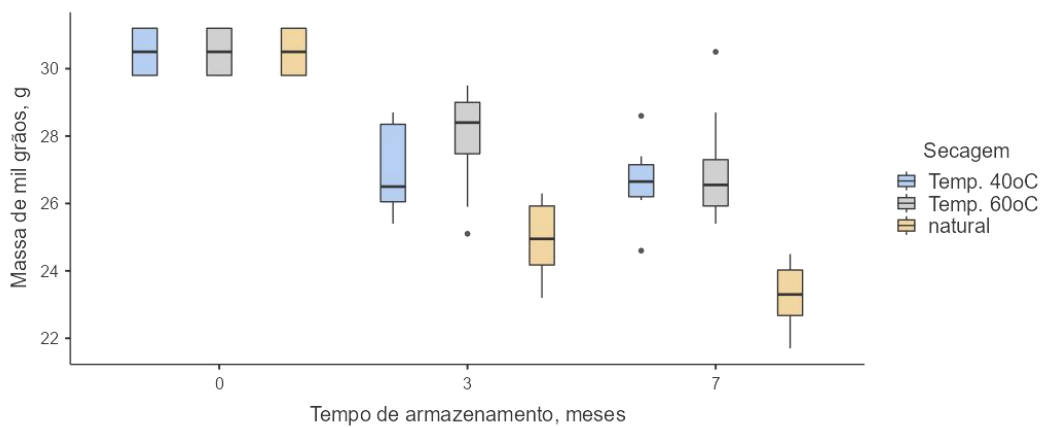
Observa-se pelas Figuras 4 e 5 que no início da armazenagem não houve variação para a massa de mil grãos entre as condições de secagem, ou seja, mesmo o arroz que permaneceu por mais tempo no campo não apresentou reduções de massa do grão se comparado aos demais tratamentos. As diferenças são verificadas ao longo do armazenamento e similar para as ambas as condições (15 e 28 °C). O arroz seco no campo demonstrou maior sensibilidade às condições de guarda, seguida em menor proporção pelo arroz seco artificialmente a 40 °C. O arroz seco artificialmente a 60 °C obteve menor perda de massa durante o armazenamento.

Figura 4. Variação da massa de mil grãos do arroz armazenado na temperatura de 15 °C, submetido a diferentes condições de secagem e armazenado por 7 meses.



Fonte: Autores.

Figura 5. Variação da massa de mil grãos do arroz armazenado na temperatura de 28 °C, submetido a diferentes condições de secagem e armazenado por 7 meses.



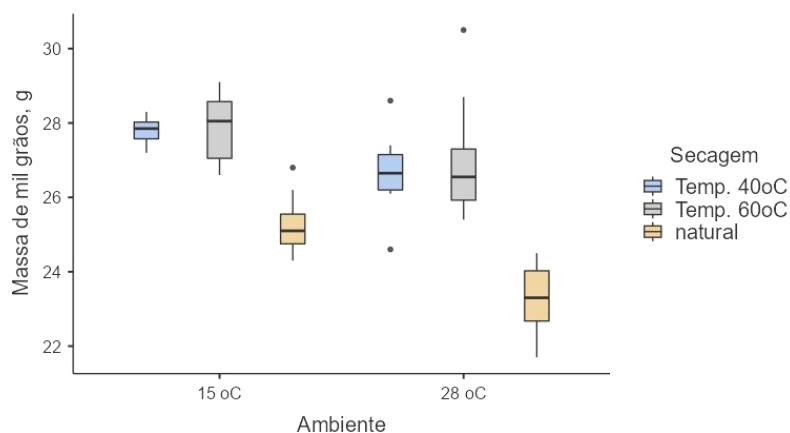
Fonte: Autores.

A redução da massa de mil grãos do arroz seco artificialmente durante o armazenamento foi em torno de 2,5 e 3,5 g quando armazenado a 15 e 28 °C, respectivamente. O arroz que secou no campo apresentou decréscimos entre 5,0 e 7,0 g na armazenagem a 15 e 28 °C, respectivamente. Portanto, as condições de secagem demonstraram maior influência sobre a massa de mil grãos ao longo do tempo.

Em relação à dispersão de dados, entre o primeiro e terceiro quartil observa-se maior frequência para o arroz seco a 60 °C, todavia, no terceiro mês de armazenamento todos os tratamentos apresentaram dispersão importante nos seus valores. Em geral, a maior homogeneidade dos dados é verificada no tratamento de secagem a 40 °C, apesar de apresentar pontos extremos (outliers) durante o armazenamento com temperatura de 28 °C.

Quando analisada a condição final da massa de mil grãos do arroz Moti gome (Figura 6), tem-se melhores resultados para o produto que foi colhido úmido e seco em estufa. A condição de armazenagem na temperatura de 15 °C também demonstrou ser mais favorável a manutenção da massa dos grãos, independentemente do tipo de secagem. Os valores finais foram similares entre a secagem de 40 e 60 °C, com médias de 28 e 27 g, enquanto o arroz seco naturalmente chegou a 25 e 23 g para as temperaturas de armazenagem de 15 e 28 °C, respectivamente.

Figura 6. Massa de mil grãos final do arroz submetido a diferentes condições de secagem e armazenamento, e armazenado por 7 meses.

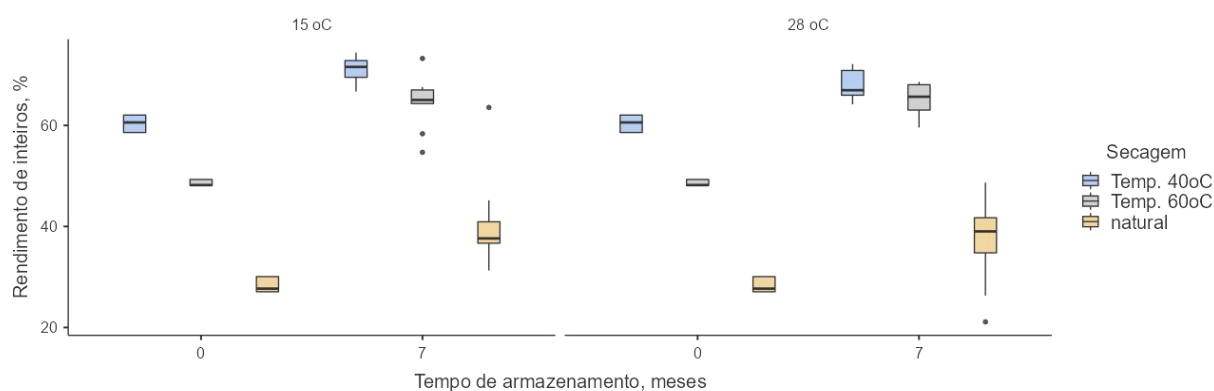


Fonte: Autores.

Resultados corroboram com os obtidos por Díaz et al. (2015) para as variedades de arroz Nanatsuboshi, Yumepirika e Oborozuki (Japonica), entre 22 e 29 g. Assim como para as quatro cultivares de arroz híbrido indica-japonica (Yongyou 1852, Yongyou 1851, Yongyou 1826 e Yongyou 6715) produzidas na China por Bian et al. (2020), que apresentaram massa de mil grãos variando entre 23,39 e 26,77 g.

Pela Figura 7 observa-se os valores do rendimento de inteiros do arroz Moti gome. O rendimento é atribuído ao processo de comercialização e, de acordo com o Decreto n. 4.366 de 2002 (SEFAZ-MT) que regulamenta a Lei n° 7.607, de 2001, as condições de qualidade para o arroz após beneficiamento é de no mínimo 50% de grãos inteiros.

Figura 7. Rendimento de inteiros, inicial e final, do arroz armazenado na temperatura de 15 °C e 28 °C, submetido a diferentes condições de secagem e armazenado por 7 meses.



Fonte: Autores.

O arroz seco artificialmente permaneceu na faixa estabelecida pela norma, exceto no início do armazenamento para 60 °C. O arroz seco naturalmente obteve percentual de inteiros abaixo do recomendado, independente da condição de armazenamento.

É possível verificar que em todas as condições de armazenagem e secagem, o rendimento de inteiros inicialmente foi menor do que após sete meses de armazenamento. Souza et al. (2018) ao avaliarem o efeito das condições de armazenamento,

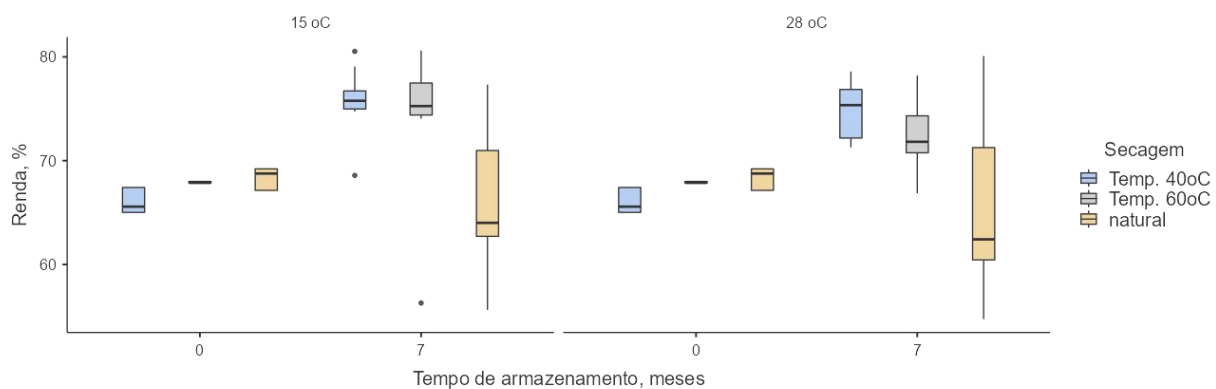
observaram pouca variação no rendimento do arroz armazenado em temperatura ambiente, sendo de 65,8 para 67,0%. Além disso, não houve variação do rendimento de inteiros no arroz refrigerado a 8 °C.

Pereira et al. (2013) estudaram o efeito da umidade (10 e 13 %b.u.) de cultivares de arroz aromático e não aromático em fase de teste sobre o rendimento de inteiros. Dos 24 materiais avaliados, 15 apresentaram melhores resultados quando foram secos até 10 %b.u. A variação quantificada foi bastante dispersa, devido às características intrínsecas de cada material, sendo de 26,3 a 65,9% para 10%b.u. e de 27,8 a 64,8% para 13%b.u.

Sobre as temperaturas de secagem, os dados corroboram com os obtidos por Lang (2018) que verificou efeito negativo sobre o rendimento de inteiros do arroz preto, quando a temperatura de secagem aumentou de 40 para 60 °C. O autor observou também reduções mais expressivas quando os grãos foram secos a 80 e 100 °C. Em 2006 o governo chinês (Moaprc, 2006) indicou que temperaturas abaixo de 70 °C eram consideradas como ideais para manutenção da qualidade do arroz.

Verifica-se pela Figura 8 que a renda (quebrados e inteiros) para o arroz Moti gome inicialmente ficou entre 65 e 70% para as duas condições de armazenamento, independentemente do tipo de secagem. Entretanto, no final do armazenamento as medianas do arroz seco artificialmente permaneceram acima de 70%, enquanto que o arroz seco em campo foi inferior a 65%.

Figura 8. Renda inicial e final, do arroz armazenado na temperatura de 15 °C e 28 °C, submetido a diferentes condições de secagem e armazenado por 7 meses.

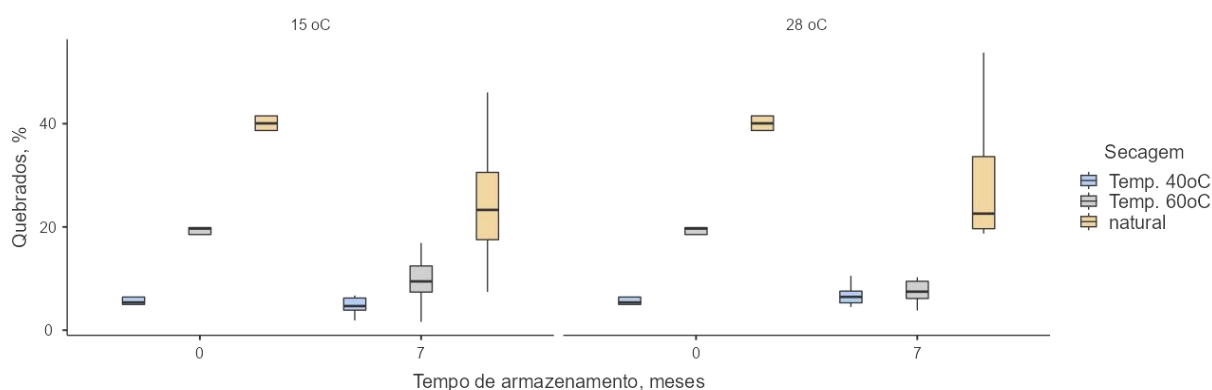


Fonte: Autores.

Há grande dispersão de dados da renda (primeiro e terceiro quartil) no final do armazenamento, com maior destaque para o arroz seco em campo. Cerca de 50% dos dados desta propriedade ficaram entre 60 e 71% para ambas as condições de armazenagem.

A diferença entre renda e rendimento de inteiros é o percentual de quebrados (Figura 9). Isto explica porque a renda do arroz que secou no campo, no início do armazenamento, foi superior à dos grãos que passaram por secagem artificial. Após a separação dos quebrados, os valores se invertem expressivamente, inclusive, fazendo com que o arroz, proveniente deste tratamento, não atendessem a norma de no mínimo 50% de inteiros.

Figura 9. Percentual de quebrados, inicial e final, do arroz armazenado na temperatura de 15 °C e 28 °C, submetido a diferentes condições de secagem e armazenado por 7 meses.



Fonte: Autores.

Os resultados obtidos para grãos quebrados estão de acordo com as afirmações de Muller et al. (2022), que tanto a época, quanto o teor de água na colheita do arroz podem contribuir para a qualidade final dos grãos, além da pré disponibilidade em causar fissuras nos grãos com posterior quebra no beneficiamento.

No que se refere às temperaturas utilizadas na secagem artificial, tem-se maiores danos para a de 60 °C, independente da condição de armazenamento. Entretanto, após armazenagem há uma homogeneização dos dados, com valores entre 5 e 12% de grãos quebrados.

Os valores medianos do percentual de quebrados, após armazenagem a 15 e 28 °C foram menores para secagem a 40 °C (4,5 e 6,5%), seguido pela secagem a 60° C (9,5 e 7,5%) e relativamente maiores para a secagem natural (23,3 e 22,6%). Com isso, pode-se afirmar que a temperatura de secagem pode promover fissuras internas que irão culminar em quebrados no beneficiamento.

O mesmo acontece para o grão que permanece muito tempo no campo, secagem natural, sob condições de altas temperaturas. De acordo com Souza et al. (2013), na região onde o arroz foi produzido, há tendência de temperaturas mais elevadas entre setembro e abril, médias variando entre 24,16 a 25,74, além da menor diferença entre temperaturas noturnas e diurnas. O que pode aumentar os danos internos dos grãos e, conseqüentemente, acréscimos em prejuízos.

4. Considerações Finais

A secagem artificial (40 e 60 °C) e a temperatura de armazenamento a 15 °C favorecem a conservação da massa específica aparente e massa de mil grãos do arroz durante o armazenamento.

A secagem artificial propicia melhor rendimento de grãos inteiros e renda (quebrados e inteiros), e ainda superior quando seco a temperatura de 40 °C. A porcentagem de grãos quebrados é menor no arroz seco artificialmente. O grão seco em campo possui rendimento de inteiros inferior ao exigido comercialmente, menor renda e maior quantidade de grãos quebrados. A temperatura de armazenamento (15 e 28 °C) não promove alteração importante para o rendimento de inteiros, renda e quebrados.

Por fim, a temperatura de secagem de 40 °C associada à temperatura de armazenamento de 15 °C favorecem melhores condições na manutenção da qualidade física e de rendimento dos grãos de arroz Moti gome.

Referências

- Bian, J., Ren, G., Han, C., Xu, F., Qiu, S., Tang, J., Zhang, H., Wei, H. & Gao, H. (2020). Comparative analysis on grain quality and yield of different panicle weight indica-japonica hybrid rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. *Journal of Integrative Agriculture*, 19(4): 999-1009. Doi: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62798-X](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62798-X)
- Borges, G. C., Ruffato, S., Benevides, A. L. C., Villar, M. L. P. & Santos, M. N. S. (2013). Propriedades físicas de cultivares de arroz de terras altas. *Anais XLII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola*, Fortaleza, CE, Brasil.
- Botelho, F. M., Granella, S. J., Botelho, S. C. C., Garcia, T. R. B., (2015). Influência da temperatura de secagem sobre as propriedades físicas dos grãos de soja. *Engenharia na agricultura*, 23(3): 212-219.
- Brasil (2009). *Regras para análise de sementes*. Brasília. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Produção Vegetal.
- Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2021). *Acompanhamento da safra brasileira de grãos*. Safra 2020/21, décimo segundo levantamento. 8(12), Brasília: CONAB. <http://www.conab.gov.br>.
- Decreto N° 4.366, DE 21 DE MAIO DE 2002 (2002). *Regulamentação da Lei n° 7.607, de 27 de dezembro de 2001, que instituiu o Programa de Incentivo à Cultura do Arroz de Mato Grosso*. <http://app1.sefaz.mt.gov.br/sistema/legislacao/legislacaotribut.nsf>.
- Díaz, E. O., Kawamura, S. & Koseki, S. (2015). Physical properties of rough and brown rice of Japonica, Indica and NERICA types. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, Special issue: 274-285.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (2017). *Mundo*. Brasília: EMBRAPA. <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000fe7457q102wx5eo07qw4xeynhsp7i.html>.
- Ferreira, D. F. (2021). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(6): 1039-1042.
- Jamovi. jamovi. (Version 2.2) (2021). *Computer Software*. <https://www.jamovi.org>.
- Köppen, W. (1931). *Grundriss der Klimakunde: Outline of climate science*. Berlin: Walter de Gruyter. 388p.
- Lang, G. H. (2018). *Efeitos da temperatura de secagem e da modificação da atmosfera de armazenamento nos fitoquímicos, nas propriedades físico-químicas e de cocção de grãos de arroz preto*. (Dissertação de mestrado) Universidade Federal de Pelotas. Pelotas-RS, Brasil.
- Meera, K., Smita, M. & Haripriya, S. (2019). Varietal distinctness in physical and engineering properties of paddy and brown rice from southern India. *Journal of Food Science Technology*, 56(3): 1473-1483. Doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03631-x>
- MOAPRC - Ministry of Agriculture of the People's Republic of China (2006). *People's Republic of China agricultural industry standard, NYT 988-2006, Operating quality for paddy dryer*.
- Mohsenin, N. N. (1986). *Physical properties of plant and animal materials*. Gordon and Breach Publishers. 841p.
- Müller, A., Nunes, M. T., Maldaner, V., Coradi, P. C., Moraes, R. S. DE, Martens, S., Leal, A. F., Pereira, V. F. & Marin, C. K. (2022). Rice Drying, Storage and Processing: Effects of Post-Harvest Operations on Grain Quality. *Rice Science*, 29(1): 16-30.
- Nippo. (2016). *História da Culinária Japonesa*. Arquivo Nippo Brasil, Edição 289, 8 a 14 de dezembro de 2016.
- Paraginski, R. T., Rockenbach, B. A., Santos, R. F., Elias, M. C., Oliveira, M. (2015). Qualidade de grãos de milho armazenados em diferentes temperaturas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 19(4): 358-363. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n4p358-363>
- Pereira, V. S., Ruffato, S., Tafarel, C. (2013). Qualidade e propriedades do arroz aromático produzido em terras altas. *Anais XLII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola*, Fortaleza, CE, Brasil.
- Qiu, S., Abbaspourrad, A. & Padilla-Zakour, O. I. (2021). Changes in the Glutinous Rice Grain and Physicochemical Properties of Its Starch upon Moderate Treatment with Pulsed Electric Field. *Foods*, 10: 395. <https://www.mdpi.com/journal/foods>.
- Souza, C., Baioco, L. & Silva, L. H. (2018). Efeito da temperatura de armazenamento no desempenho industrial do arroz. *Anais SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO*, 10. Universidade Federal do Pampa, Santana do Livramento, RS, Brasil, 1-4.
- Souza, A. P., DA Mota, L. L., Zamadei, T., Martim, C. C., DE Almeida, F. T. & Paulino, J. (2013). Classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado de Mato Grosso. *Nativa*, 1(1): 34-43. Doi: <https://doi.org/10.31413/nativa.v1i1.1334>
- United States Department of Agriculture - USDA (2021). *Production, supply and distribution (PSD) on-line*. <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads>.
- Walter, M., Marchezan, E. & Avila, L. A. (2008). Arroz: composição e características nutricionais. *Ciência Rural*, 38(4): 1184-1192.