

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DO ARROZ PARBOILIZADO EM CONDIÇÕES DE CONTÊINER

**GRACIELA BUCK¹, MAURÍCIO KLUG MEDEIROS², GREICE NEITZEL³, GIZELE
INGRID GADOTTI⁴**

¹ Graduanda em Eng. Agrícola, Centro de Engenharias, UFPEL, Pelotas – RS, graciela-buck@hotmail.com

² Eng. Agrícola, Centro de Engenharias, UFPEL, Pelotas – RS, mauricioklugmedeiros@hotmail.com

³ Eng. Agrícola, Mestre, Centro de Engenharias, UFPEL, Pelotas – RS, greiceneitzel@hotmail.com

⁴ Eng. Agrícola, Prof. Doutora, Centro de Engenharias, UFPEL, Pelotas – RS, gizele.gadotti@ufpel.edu.br

Apresentado no
LI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2022
27 a 29 de outubro de 2022 - Pelotas - RS, Brasil

RESUMO: Devido a grande demanda do arroz, há a necessidade de transportá-lo para diversos lugares e o deslocamento é feito através de contêineres, onde o arroz fica no mínimo 38 dias confinado. Como o ambiente dos contêineres que carregam alimentos não-perecíveis não possui umidade e temperatura controlada, observou-se a necessidade de realizar uma pesquisa com o intuito de analisar como o arroz se comportava neste tipo de ambiente. O objetivo deste trabalho foi colocar o arroz parboilizado sob estresse térmico semelhante a ambiente de contêineres para averiguar se haveria desenvolvimento de fungos no arroz. Colocou-se as amostras em estufas com 40, 50 e 60 °C durante um período de 50 dias. Foram realizadas análises de variância (ANOVA) e teste de Tukey com significância de 5% a fim de verificar quais os fungos que iriam se reproduzir após a execução do ensaio de sanidade de sementes. *Aspergillus* e *Penicillium* foram os fungos que mais se destacaram nas amostras dos últimos 20 dias da temperatura de 40 °C. As amostras das temperaturas de 50 e 60 °C amarelaram e ficaram ardidadas nos primeiros 10 dias da pesquisa, impossibilitando a continuação da análise nessas duas faixas de temperaturas.

PALAVRAS-CHAVE: armazenamento, parboilização, micotoxinas

ANALYSIS OF THE BEHAVIOR OF PARBOILED RICE IN CONTAINER CONDITIONS

ABSTRACT: Due to the great demand for rice, there is a need to transport it to different places and the displacement is done through containers, where the rice is confined for at least 38 days. As the environment of the containers that carry non-perishable foods does not have humidity and controlled temperature, it was observed that the needs to be research to analyze how the rice behaved in this environment. The objective of this work was to place the parboiled rice under heat stress to determine if there would be fungal development in the rice. The samples were placed in ovens at 40, 50, and 60 °C for 50 days. Analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test was performed with a significance of 5% to verify which fungi would reproduce after the seed health test. *Aspergillus* and *Penicillium* were the fungi that stood out the most in the samples from the last 20 days at 40 °C. Unfortunately, the samples at temperatures of 50 and 60 °C yellowed and burned in the first ten days of the research, making it impossible to continue the analysis in these two temperature ranges.

KEYWORDS: stocking, parboiling, mycotoxins

INTRODUÇÃO: As perdas qualitativas e quantitativas durante o armazenamento, inclusive em contêineres e transporte de grãos intercontinentais por via marítima são uma realidade. A condensação de umidade encontrada na superfície da massa de grãos dos contêineres ocasionada pela variação de temperatura, a partir da incidência de irradiação solar sobre as paredes metálicas durante o transporte intercontinental, é similar às correntes convectivas ocorridas durante o armazenamento em silos metálicos (ELIAS et al., 2013). Esse fenômeno de condensação faz com que ocorra grande proliferação de fungos, o qual é conhecido por “viragem” ou “perda por histerese”. O aumento da água disponível é o que ocasiona a contaminação dos grãos por microrganismos como fungos e bactérias (AMATO; CARVALHO; SILVEIRA FILHO, 2002). *Fusarium*, *Aspergillus* e *Penicillium* são os gêneros de fungos que se destacam por serem os responsáveis pela deterioração de grãos na pré-colheita e, depois, durante o armazenamento. Esses fungos, possuem elevado potencial em produzir micotoxinas, causando assim, severos danos a massa de grãos (EMBRAPA, 2015). A variação de temperatura juntamente com a condensação da umidade favorece a deterioração da massa de grãos, alterando as propriedades tecnológicas, que são indicadores diretos da qualidade do arroz, devido ao aquecimento gerado a partir da respiração/metabolismo dos grãos e de organismos associados, que normalmente são controlados através do processo de aeração, para redução e controle da temperatura da massa (ELIAS et al., 2012; YADAV e JINDAL, 2008).

MATERIAL E MÉTODOS: O estudo foi realizado no Laboratório de Agrotecnologia, situado no Campus Capão do Leão da Universidade Federal de Pelotas. Para os ensaios foram utilizadas um total de 48 amostras (48 embalagens de 1kg de arroz), colocadas em três estufas, cada uma delas com uma temperatura diferente, sendo de 40, 50 e 60 °C. A cada 10 dias foram realizados os ensaios, durante um período de 50 dias (tempo aproximado em que o produto fica dentro dos contêineres para realizar o traslado intercontinental), sendo realizado o ensaio de três amostras no dia “zero” e também a retirada de três amostras a cada 10 dias para cada respectiva temperatura, havendo a necessidade de 15 amostras para cada temperatura, a fim de verificar exatamente o tempo e temperatura na qual ocorre a “viragem” do arroz. Ainda foram realizadas análises de umidade, classificação dos grãos e teste de sanidade de sementes destas amostras. Para simular a oscilação da temperatura interna dos contêineres causada pela incidência de radiação solar durante o dia, causando altas temperaturas e queda brusca da temperatura externa do contêiner durante a noite, foi utilizado um timer em conjunto com uma contatora, para que a estufa ficasse ligada por 12 horas, e logo nas demais 12 horas desligada. As amostras foram distribuídas uniformemente na estufa e retirou-se uma amostra de cada prateleira (de locais aleatórios) para obter-se uma análise mais significativa (Figura 1).



FIGURA 1. Distribuição das amostras de arroz parboilizado na estufa.
Fonte: Maurício Klug Medeiros, 2020.

A umidade inicial dos grãos foi estabelecida em 12%, na qual os grãos se encontram quando são embalados para a comercialização. A umidade dos grãos foi averiguada após as amostras serem retiradas da estufa através do equipamento medidor de umidade de grãos Gehaka G939. Para a classificação do arroz, sendo considerado seus requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação ou rotulagem foram realizados conforme a Instrução Normativa Nº 06, de 16 de fevereiro de 2009 (BRASIL, 2009). Onde primeiramente foi realizado o quarteamento e em seguida as análises necessárias para classificação do arroz. Através do teste de sanidade de sementes foi realizada a análise dos grãos. A sanidade da semente refere-se, à presença ou ausência de agentes patogênicos, como fungos, bactérias, vírus, nematóides e insetos (BRASIL, 2009). As amostras foram colocadas em recipientes plásticos, em seguida foram inseridas no germinador de sementes, ficando expostas a esse ambiente controlado de 20 ± 2 °C por 10 dias (Figura 2), após, foram retiradas para análise (Figura 3).

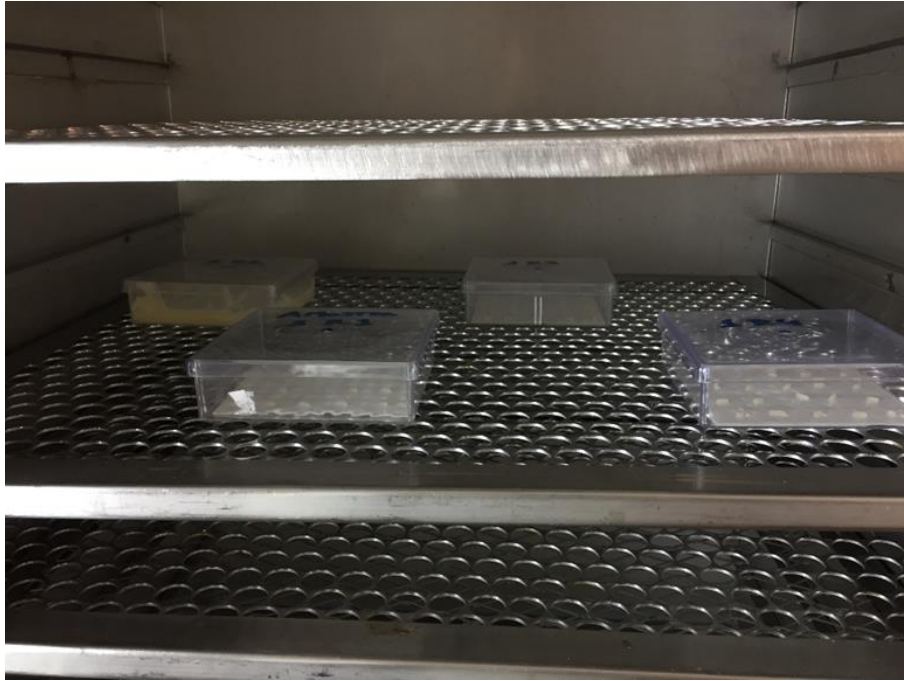


FIGURA 2. Incubação das sementes.
Fonte: Maurício Klug Medeiros, 2020.

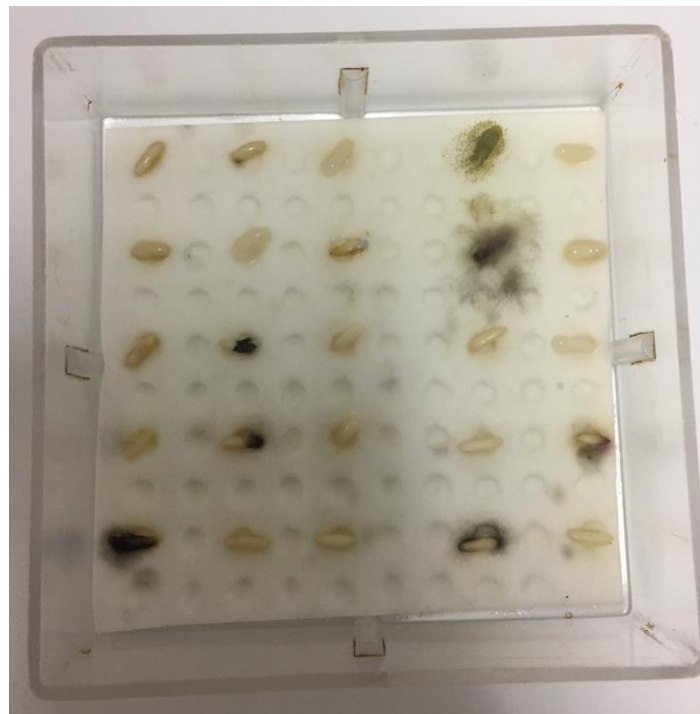


FIGURA 3. Análise da variedade e quantidade de fungos presentes no arroz.
Fonte: Maurício Klug Medeiros, 2020.

O trabalho foi conduzido em delineamento experimental inteiramente aleatório. Após coletados, os dados foram analisados por Análise de Variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a um nível de 5% de significância através de planilhas no programa Excel do qual a Equação 1 é utilizada para efetuar o cálculo da D.M.S. na qual encontra-se também o quadrado médio dos resíduos da ANOVA, tamanho amostral dos grupos e o valor da amplitude total estudentizada (q).

$$dms = q * \sqrt{\frac{QMR}{n^{\circ} \text{Repeti\c{c}oes}}} \quad (1)$$

Em que,

dms – diferença mínima significativa

q – valor tabelado

QMR – quadrado médio do resíduo (ANOVA)

N° repetições – n° de repetições de cada tratamento

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Não foram observadas mudanças significativas na análise de umidade e na classificação dos grãos mesmo quando submetidos a temperatura de 40 °C durante um período de 50 dias consecutivos (Tabela 1).

TABELA 1. Análise de umidade e classificação do arroz.

40 °C	Umidade Máxima	Quebrados Máximo	Danificado Máximo	Não Gelatinizado Máximo	Picado + Manchado Máximo	Mofado + Ardido	Rajado Máximo	Amarelo	Barriga Branca
Dia Zero	10,90%	2,50%	0,08%	3,00%	0,32%	0,00%	0,08%	0,60%	0,00%
10 Dias	9,70%	2,50%	0,24%	3,00%	0,40%	0,00%	0,48%	0,08%	0,00%
20 Dias	11,30%	0,00%	0,00%	2,00%	0,32%	0,00%	0,08%	1,12%	0,24%
30 Dias	11,00%	1,70%	0,08%	0,00%	0,32%	0,00%	0,32%	0,64%	0,00%
40 Dias	10,20%	3,20%	0,00%	1,00%	0,36%	0,00%	0,16%	0,36%	0,00%
50 Dias	10,30%	3,00%	0,08%	2,00%	0,24%	0,00%	0,32%	1,00%	0,08%

Nas demais, é importante salientar que as amostras mantidas em estufa com temperaturas de 50 °C e 60 °C ficaram por apenas 10 dias, pois ambas as amostras não resistiram ao estresse térmico, e os grãos ficaram amarelados e majoritariamente ardidos. Portanto, essas amostras não foram classificadas porque não houve um parâmetro de referência com grãos bons na própria amostra. Foi possível observar uma diferença bem nítida na coloração entre as amostras submetidas a 40, 50 e 60 °C (Figura 4). Contrapondo assim, a possibilidade de o arroz sofrer um estresse térmico tão intenso no transporte intercontinental durante um longo período de tempo, podendo ocorrer picos de temperatura, mas em curtos períodos de tempo. Como não há muitos estudos na bibliografia sobre a oscilação térmica na parte interna dos contêineres, o que já pode-se afirmar a partir deste estudo é que a “viragem” no arroz provavelmente ocorra entre 40 e 50 °C.



FIGURA 4. Diferença de coloração no arroz submetido a 40, 50 e 60°C.

Fonte: Maurício Klug Medeiros, 2020.

Na análise de variância de fator duplo com repetição (ANOVA) foram observados resultados bastante significativos oriundos dos dados da análise sanitária dos grãos. Conforme pode ser verificado na Tabela 2, o valor de F é maior que o Fcrítico, e isso apresenta que existe significância entre todas as fontes de variação (amostra, coluna e interação) e o valor de P sendo menor que 0,05 comprova essa significância (valor o qual foi adotado no estudo de 5% de significância).

TABELA 2. Análise de variância da presença de fungos em 40 °C.

Fonte da Variação	SQ	GL	MQ	F	valor-P	F crítico
Amostra	25	2	12,5	5,60166	0,006157	3,168246
Colunas	97,5	5	19,5	8,738589	4,03E-06	2,38607
Interações	56,5	10	5,65	2,53195	0,013997	2,011181
Dentro	120,5	54	2,231481			
Total	299,5	71				

Para diferenciar quais os fungos que foram mais significativos dentre os diferentes períodos de tempo analisados, foi utilizado o teste de Tukey a um nível de significância de 5%, comparando o valor da diferença mínima significativa (D.M.S.) com todos os possíveis pares de médias. Através dos cálculos realizados, encontrou-se uma DMS = 2,54 e conforme o Teste de Tukey verificou-se que do dia zero até o dia 20 todas as médias eram semelhantes, contudo, aos 30 dias a média de *Penicillium* foi diferente e nas análises dos 40 e 50 dias a média de *Fusarium* que foi desigual. Embora o *Fusarium* seja um fungo que se classifica de forma diferente em média entre 40 e 50 dias, o objetivo deste estudo é identificar o fungo com maior incidência. Portanto, o dado de interesse para a pesquisa é comprovar que o crescimento de *Aspergillus* e *Penicillium* e ocorreu acréscimo significativo durante os últimos 20 dias do teste realizado a uma temperatura de 40 °C (Tabela 3).

TABELA 3. Comparação das médias no teste de ANOVA para diferentes fungos

	Tratamentos					
	Dia Zero	40 °C (10 dias)	40 °C (20 dias)	40 °C (30 dias)	40 °C (40 dias)	40 °C (50 dias)
<i>Aspergillus</i>	1,75a	1,25a	2,5a	1,25a	3,25a	6,0a
<i>Penicillium</i>	1,5a	1,25a	1,0a	3,0b	3,75a	5,5a
<i>Fusarium</i>	1,5a	0,5a	3,25a	0,25a	0,75b	2,25b

CONCLUSÕES: Neste estudo, conclui-se que o arroz parboilizado transportado em contêiner não é submetido a estresse térmico de 50 ou 60 °C, e não é afetado por pelo menos 10 dias, enquanto a temperatura do ponto de “viragem” do arroz está situada entre 40 a 50 °C. A umidade e a classificação do arroz exposto a 40 °C em 50 dias não mudaram significativamente. A análise de sanidade dos grãos mostrou que a produção de *Aspergillus* e *Penicillium* aumentou significativamente quando as amostras de arroz foram expostas a uma temperatura de 40 °C nos últimos 20 dias (períodos de 40 e 50 dias).

REFERÊNCIAS:

AMATO, G. W.; CARVALHO, J. L. V. de; SILVEIRA FILHO, S. - **Arroz Parboilizado: Tecnologia lima, produto nobre**. Porto Alegre, Ricadro Lenz Editor, 2002.

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, 2009. 399 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 6, de 16 de fevereiro de 2009. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, poder judiciário, Brasília, DF, 27p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. **Projeções do Agronegócio: Brasil 2018/19 a 2028/29 projeções de longo prazo** - Brasília: MAPA/ACE, 2019. 126 p.

D’ÁVILA, M. C.; NOBRE, P. F. S.; LEANDRO, K. C. **Lacunas e falhas relacionadas à importação de produtos para a saúde em contêiner**. Revista Visa em Debate: Sociedade, Ciência e Tecnologia, Rio de Janeiro, n. 1, 2016, p. 63-70.

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. (Org.). **Qualidade de arroz da pós-colheita ao consumo**. 1ed.Pelotas: Editora Universitária da UFPel, p. 21-42, 2012.

ELIAS, M. C.; OLIVEIRA, M.; PARAGINSKI, R. T.; VANIER, N. L.; SILVA, W. S. V.; DIAS, A. R. G. Manejo técnico e operacional do armazenamento e da conservação de grãos. In: ELIAS, M.C.; OLIVEIRA, M.; PARAGINSKI, R.T.. (Org.). **Certificação de unidades armazenadoras de grãos e fibras no Brasil**, 2ed.Pelotas: Ed. Santa Cruz, p. 147-206, 2013

EMBRAPA. Arvore de Conhecimento- Perigos Quimicos. **Souza, J. M. L**, Rio Branco, AC, abr 2015.