

TEMPO DE OPERAÇÃO, CONSUMO ENERGÉTICO E RENDIMENTO DE INTEIROS EM GRÃOS DE ARROZ SECADOS PELO MÉTODO INTERMITENTE E EM SILO-SECADOR

Volnei Luiz Meneghetti¹; Carlos Alberto Alves Fagundes²; Jhony de Souza Amaral³,

Palavras-chave: secadores, qualidade, combustíveis,

INTRODUÇÃO

A secagem é o processo mais econômico para a manutenção da qualidade de produtos agrícolas durante a armazenagem em ambiente natural. Consiste na remoção do excedente de água que os produtos apresentam após o seu amadurecimento e colheita para um armazenamento seguro, a temperatura ambiente, sem que ocorra sua deterioração ou prejuízo de sua qualidade.

A importância da secagem de arroz aumenta com o incremento da produção, permite antecipar a colheita e períodos mais longos para o armazenamento sem o risco de deterioração, mantendo o poder germinativo das sementes, impede o desenvolvimento de microorganismos e insetos e minimiza a perda de produto no campo.

Dentre os sistemas de secagens utilizados para a secagem do arroz, destaca-se o intermitente e o estacionário. O intermitente, pelas características técnicas, operacionais e econômicas, é o mais recomendável para a secagem do arroz, devendo ser evitada a remoção brusca de umidade, que deve ser harmônica durante todo o processo, para evitar danos térmicos e mecânicos nos grãos. O método estacionário, mesmo utilizando aquecimento do ar em sua operação, proporciona uma secagem mais lenta e desuniforme, comparando com o método anterior, embora o uso desse sistema traga pouco dano mecânico ao grão e a necessidade de baixos investimentos em estrutura operacional.

Devido à importância econômica e social do arroz no mercado agrícola brasileiro que pode ser afetado pelo processo de secagem, a escassez de energia e o aumento do seu custo de produção remetem para a necessidade de mais estudos dos dois principais processos de secagens deste cereal.

A fim de avaliar a influência da secagem intermitente e da estacionária sobre qualidade do produto e o desempenho energético nestes processos foi realizado este experimento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de março a abril de 2011, na Unidade de Secagem Experimental da parceria IRGA - LIQUIGÁS, em Cachoeirinha-RS. Foram utilizados grãos de arroz da classe longo fino, produzido em sistema irrigado, com umidade inicial próxima a 20%, secados em um secador intermitente da marca Ferrabil modelo SA1000-LAB com capacidade estática para uma tonelada e um silo secador-armazenador de alvenaria com capacidade para cinco toneladas até a umidade de 12%. O grau de umidade foi determinado pelo método de estufa com circulação de ar natural a $105 \pm 3^\circ\text{C}$, conforme Brasil (2009).

Para o secador intermitente foi acoplada uma fornalha a lenha para o aquecimento do ar de secagem. A vazão de ar foi de $66\text{m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$, a perda de carga na coluna de secagem de 25mmca e a temperatura de secagem de até 60°C . Já para o secador estacionário, as condições psicrométricas do ar de secagem foram modificadas através da queima de gás

¹ Engenheiro Agrícola, M.Sc, Instituto Rio Grandense do Arroz, Avenida Bonifácio Carvalho Bernardes, 1494, CEP:94.930-030, Cachoeirinha-RS, volneimeneghetti@terra.com.br.

² Engenheiro Agrônomo, M.Sc, Instituto Rio Grandense do Arroz, fagundes@irga.rs.gov.br.

³ Técnico Agrícola, Instituto Rio Grandense do Arroz, jhonyamaralirga@hotmail.com.

liquefeito de petróleo (GLP), utilizando o princípio do equilíbrio higroscópico para grãos de arroz, fixado o valor em 12% de umidade. A vazão do ar de secagem foi de 4,13m³.min⁻¹.t⁻¹, e a perda de carga na massa de grãos de 128mmca.

O consumo total de energia na operação de secagem foi obtido a partir da medida das potências dos motores de acionamento dos sistemas de transporte e dos ventiladores (energia elétrica), onde se utilizou a relação de equivalência energética, sendo que 1kw corresponde a 860 quilocalorias, é adicionando também o combustível para o aquecimento do ar (energia térmica), onde a medida de massa foi convertida em calorias, através de seu Poder Calorífico Inferior (PCI).

O PCI da madeira foi consultado na bibliografia especializada (MILMAN, 2002), enquanto do GLP foi fornecido pela Liquigás. O consumo de lenha foi determinado, utilizando-se uma balança com capacidade de 50 kg (±0,1kg), e o consumo de GLP foi medido em m³, por um medidor volumétrico de diafragma modelo G-1,6 da marca LAO, que foi instalado próximo ao queimador, e posteriormente, transformado o valor em quilogramas. Ao final da secagem, as amostras de arroz foram armazenadas por 30 dias em sacos de 50 kg onde foram feitas as análises de rendimento de grãos inteiros beneficiados pelo processo convencional de branco polido, feito em engenho de provas marca Zaccaria, de acordo com os termos oficiais da Instrução Normativa nº 06/09 (BRASIL 2009).

Os resultados foram avaliados através de análise de variância, seguida do teste de Tukey, de comparação de médias, a 5% de significância (p<0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1 – Consumo de energia e combustível, poder calorífico inferior (PCI), tempo de secagem e rendimentos de grãos inteiros do arroz na secagem intermitente e estacionária.

Sistema de Secagem	Consumo de energia (kcal.kg ⁻¹)	Consumo combustível (kg.h ⁻¹)	PCI do combustível (kcal.kg ⁻¹)	Tempo de secagem (h.t ⁻¹)	Grãos inteiros (%)
Intermitente	300,72 a	14,08 a	3.400 b	6,0 b	55,61 b
Estacionário	294,71 a	0,36 b	11.750 a	61,6 a	62,55 a

Médias aritméticas simples de três repetições, acompanhadas por letras diferentes minúsculas na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Verifica-se na Tabela 1 que o consumo de energia total nos dois sistemas de secagens foi similar, havendo equivalência na eficiência energética entre os sistemas nas condições em que foi feito o experimento.

Também se verificou na Tabela 1, que o consumo horário de combustível foi maior na secagem intermitente, possivelmente pelo fato de a queima do GLP, utilizado na secagem estacionária, ser completa e possuir maior poder calorífico inferior. O tempo de secagem por tonelada de produto para o método estacionário foi 10 vezes maior que a do intermitente, isto porque a remoção de umidade neste processo ocorre em uma taxa muito menor, característico do mesmo, favorecendo assim, a obtenção de rendimento de grãos inteiros do arroz superior aos secos pelo outro processo (intermitente). Estes resultados também foram obtidos por outros autores para este cereal, (ELIAS, OLIVEIRA e SCHIAVON, 2010; SOSBAI, 2010).

Nas Figuras 1 e 2 aparecem os gráficos que representam a cinética de secagem e o comportamento da temperatura da massa de grãos, no decorrer das secagens obtida nos testes em que grãos de arroz foram secos em secador intermitente e estacionário respectivamente.

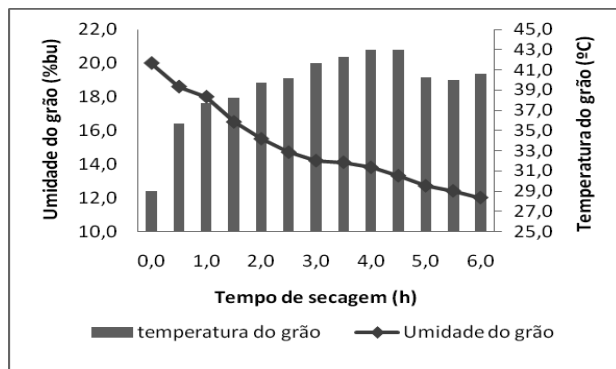


Figura 1 – Umidade e temperatura do arroz durante a secagem intermitente

Examinando-se a Figura 1, é possível observar que a variação de temperatura da massa de grãos apresentou comportamento inverso ao da variação da umidade dos grãos, ou seja, no início da secagem os valores de temperatura são menores, e na medida em que a umidade diminui a temperatura aumenta. Isso ocorre porque, no início do processo, o produto perde água com mais facilidade, consumindo mais energia para evaporação da água do que para aquecimento dos grãos. Na medida em que se aproxima do final da secagem, há mais dificuldade para retirar água do produto, ocorrendo então elevações de temperaturas dos grãos, por haver maior absorção de calor. Os valores de temperatura da massa de grãos nunca ultrapassaram 43°C em nenhuma das repetições. Isto demonstra que o manejo térmico dos grãos na operação de secagem foi adequado o que confirma observações de Rombaldi (1988) e Elias (1998; 2007).

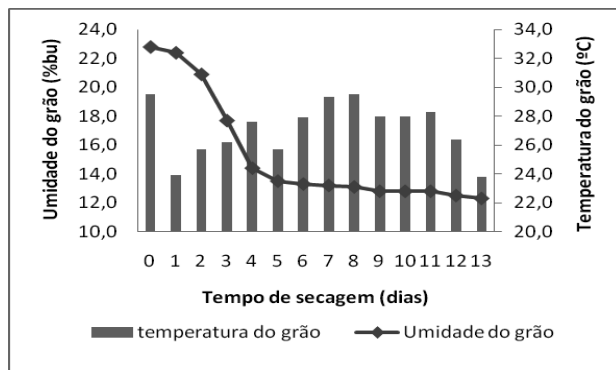


Figura 2 – Umidade e temperatura do arroz durante a secagem estacionária

Observando-se a Figura 2 é possível verificar que na secagem estacionária, em silo secador-armazenador, com as condições psicrométricas do ar de secagem controladas por queimadores de GLP, ocorre uma redução gradual de umidade, a qual é mais acentuada nos primeiros 4 dias de operação e corresponde à água contida nas camadas periféricas dos grãos, diferentemente do que ocorre na secagem intermitente, quando este fenômeno é mais rápido. Estes resultados foram observados também por

outros autores. (MILMAN, 2001; ELIAS, OLIVEIRA e SCHIAVON, 2010).

CONCLUSÃO

Considerando-se as condições em que foram feitos os experimentos, pode-se concluir que:

- 1) O sistema de secagem estacionário em silo secador-armazenador, apesar de mais lento, resultou em maiores percentuais de grãos inteiros.
- 2) O consumo de energia total (elétrica + térmica) nos dois sistemas de secagem foi similar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: DNDV/CLAV, 2009. 365p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Comissão Técnica de Normas e Padrões. **Instrução Normativa 06/09**. Brasília, 2009. 25p.

ELIAS, M.C. **Efeitos da espera para secagem e do tempo de armazenamento na qualidade das sementes e grãos do arroz irrigado**. Pelotas, 1998. 164p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas, 1998.

ELIAS, M.C.; **Pós-Colheita de Arroz: Secagem, Armazenamento e Qualidade**. Pelotas: Editora Universitária UFPel, 2007. 437p.

ELIAS, M.C.; OLIVEIRA, M.; SCHIAVON, R.A. **Qualidade de Arroz na Pós-Colheita: Ciência, Tecnologia e Normas**. Pelotas: Editora Santa Cruz, 2010. 543p.

MILMAN, Mário José. **Manejo da relação de intermitência e da temperatura do ar na secagem industrial do arroz**. 2001. 96p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial)- Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

MILMAN, M.J. **Equipamentos para pré-processamento de grãos**. Pelotas: Editora Universitária da UFPel, 2002. 206p.

ROMBALDI, C.V. **Condições de secagem e tempo de armazenamento na qualidade industrial do arroz (*Oryza sativa* L.)**. 1988. 124p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) - Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

SOSBAI - Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Porto Alegre: SOSBAI, 2010. 188p.