

# DESEMPENHO OPERACIONAL E QUALIDADE INDUSTRIAL DURANTE O ARMAZENAMENTO DOS GRÃOS DE ARROZ SECOS PELO MÉTODO ESTACIONÁRIO UTILIZANDO GLP COMO CONDICIONADOR DO AR

Fernando Fumagalli Miranda<sup>1</sup>, Carlos Alberto Alves Fagundes<sup>1</sup>, Izabel Cristina Panni de Oliveira<sup>2</sup>, Thiago Barros<sup>2</sup>

**Palavras-chave:** Pós-Colheita, arroz, secagem estacionária

## INTRODUÇÃO

A secagem é uma das etapas do pré-processamento dos produtos agrícolas que tem por finalidade retirar parte da água neles contida. A remoção da umidade deve ser feita em um nível tal que os grãos permaneçam em equilíbrio com ar ambiente onde serão armazenados e deve ser feita de modo a preservar a aparência e as qualidades nutritivas.

O uso de secagem estacionária vem se destacando dentre os métodos de secagem, principalmente por diminuir os danos térmicos causados nos grãos, melhorando consequentemente o rendimento de grãos inteiros.

O condicionamento do ar com GLP (Gás Liquefeito de Petróleo) tem sido utilizado na secagem de grãos por ser combustível altamente energético e propiciar vantagens como o melhor ajuste na vazão de combustível, permitindo maior controle da temperatura do ar de secagem, ausência de fuligens e enxofre nos gases de combustão, que é corrosivo e danifica a estrutura do secador.

O presente trabalho objetivou verificar os efeitos da secagem estacionária com vazões de secagem de ar diferentes utilizando, GLP como condicionador do ar secante.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Unidade de Secagem Experimental da parceria IRGA - LIQUIGÁS, Divisão de Pesquisa em Cachoeirinha-RS. Foram utilizados grãos de arroz da classe longo fino, produzido em sistema irrigado, com umidade inicial de 22,4%, realizada por colhedora automotriz, seguida de pré-limpeza, em máquina industrial de ar e peneiras planas, secados em secador estacionário piloto de alvenaria armada, com capacidade estática para 4(±0,4) toneladas até a umidade de 13% (base úmida). A umidade dos grãos foi medida pelo método de estufa com circulação de ar natural a 105±3°C, conforme Brasil (2009).

As condições psicrométricas do ar foram modificadas através da queima de gás liquefeito de petróleo (GLP) por queimador modulante e com controlador automatizado, utilizando o princípio do equilíbrio higroscópico para grãos de arroz a umidade de 13%.

Realizou-se dois ensaios tendo a vazão de ar de secagem nos ventiladores de 1,5 m<sup>3</sup>.min<sup>-1</sup>.t<sup>-1</sup> (Ensaio 1) e 2,5 m<sup>3</sup>.min<sup>-1</sup>.t<sup>-1</sup>(Ensaio 2).

O consumo total de energia na operação de secagem foi obtido a partir da medida das potências dos motores de acionamento dos sistemas de ventilação (energia elétrica), tendo utilizado a relação de equivalência energética, sendo que 1kw corresponde a 860 quilocalorias. Foi adicionada a energia gerada pela queima do 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 consumo de GLP foi medido em m<sup>3</sup>, por um medidor volumétrico de diafragma

<sup>1</sup> Eng. Agr. Msc. Fernando Fumagalli Miranda, Instituto Rio Grandense do Arroz, Av. Bonifácio Carvalho Bernardes, 1494, CEP 94.9300-30- Cachoeirinha-RS,fernando-miranda@irga.rs.gov.br

<sup>2</sup> TécnicoAgrícola, Instituto Rio Grandense do Arroz

modelo G-1,6 da marca LAO, instalado na tubulação próximo ao queimador, e posteriormente, transformou-se o valor em quilogramas.

Ao final da secagem, para os dois ensaios, os materiais (arroz com casca seco a 13% de umidade) foram armazenados em quatro períodos de armazenamento (0, 3, 6 e 9 meses) e em três alturas diferentes do silo, ponto inferior (PI) com 0,80 m, ponto médio (PM) com 1,60 m e ponto superior (PS) com 2,40 m.

As amostras de arroz foram beneficiadas pelo processo convencional de branco polido, feito em engenho de provas marca Zaccaria, de acordo com os termos oficiais da Instrução Normativa nº 02/12 (BRASIL,2012).

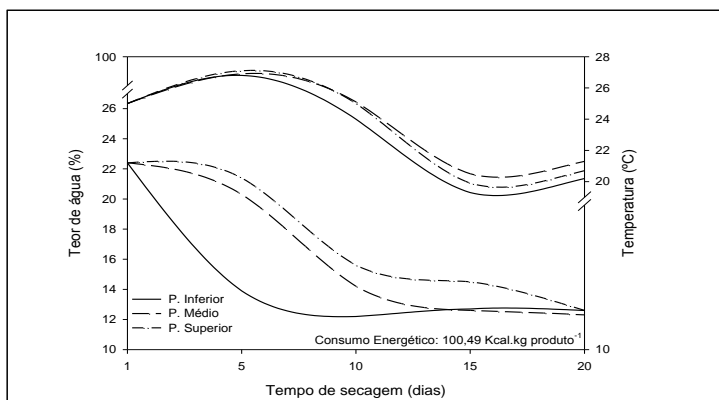
Os parâmetros de qualidade de grãos avaliados foram: renda do benefício, rendimento de grãos inteiros e defeitos (amarelos, ardidos, mofados, picados/manchados e gessados) e o peso volumétrico. Todos estes parâmetros foram avaliados em triplicatas.

Foi realizada análise de variância dos dados obtidos para os parâmetros determinados. Quando a análise da ANOVA mostrou valores de F significativos foi executado o teste de Tuley para comparação de médias, com o programa SAS versão 9.0 ao nível de 5% de probabilidade.

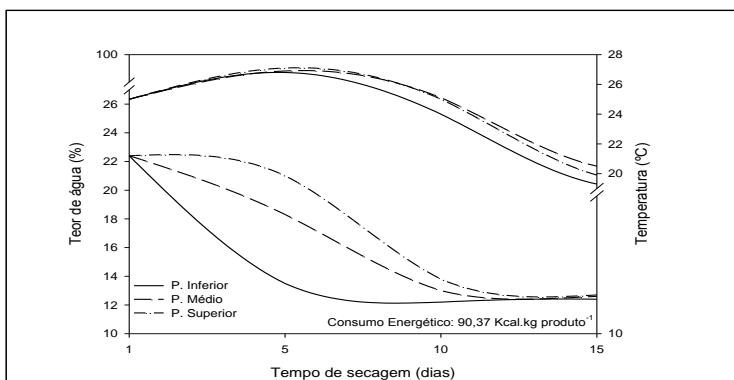
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As duas secagens estacionárias tiveram um aumento da temperatura inicial, nas três alturas diferentes, e no decorrer da secagem um decréscimo gradativo até o término da secagem estabilizando entre 19 a 21 °C. Constatou-se também que a temperatura máxima da massa de grãos, durante o processo de secagem, ficou entre 26 e 27°C (Figura 1 e 2). Nota-se, nas mesmas figuras, que a menor vazão de ar do Ensaio 1 (E1) precisou de mais tempo para efetuar o processo de secagem dos grãos até teores de água entre 12 e 13%, necessitando de 456 h (19 dias) de operação, enquanto que, no Ensaio 2 (E2), com maior vazão, necessitou de 288 h (12 dias). Estes resultados já eram esperados porque quando se aumenta o fluxo de ar, uma maior quantidade de água é retirada da massa de grãos, assim sendo, a velocidade da frente de secagem é proporcional ao fluxo de ar.

Quanto ao consumo energético da operação de secagem, obtido a partir da medida das potências dos motores de acionamento dos sistemas de ventilação (energia elétrica), e a energia gerada pela queima do combustível para o aquecimento do ar (energia térmica), constatou-se que o E2 gastou 90,37 kcal para secar um quilograma de arroz, enquanto o E1 gastou 100,49 kcal/kg. Nota-se que a secagem mais rápida, culminou em uma maior eficiência energética.

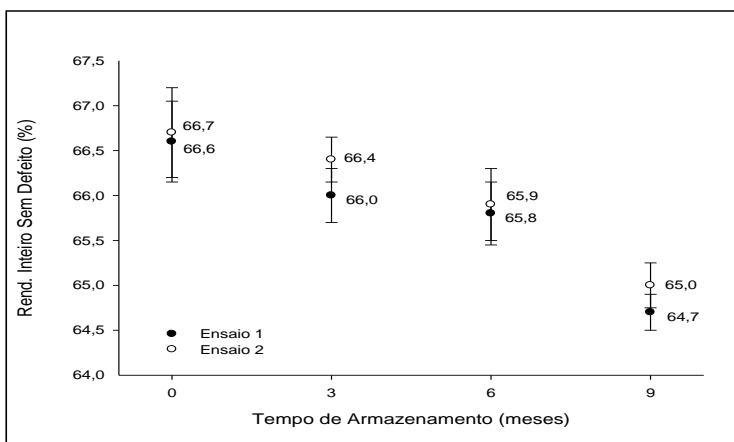


**Figura 1-** Teor de água e temperatura da massa de grão na operação de secagem do Ensaio 01 com vazão específica de  $1,5 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{t}^{-1}$ .



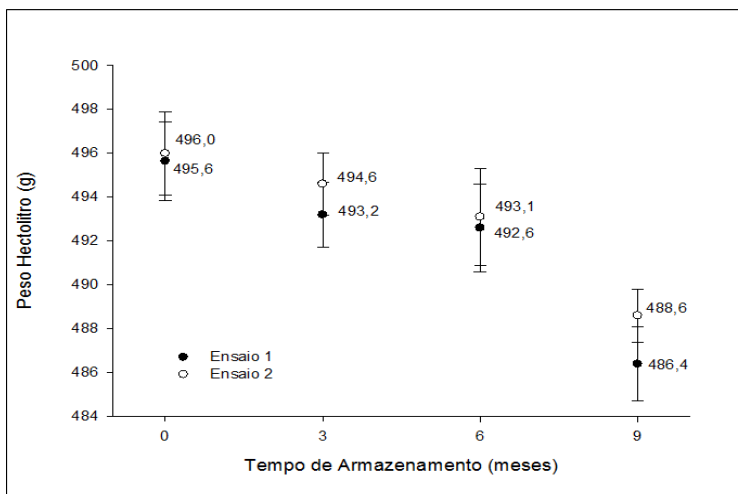
**Figura 2-** Teor de água e temperatura da massa de grão na operação de secagem do Ensaio 02 com vazão específica de  $2,5 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{t}^{-1}$ .

O rendimento de grãos inteiros sem defeitos em arroz beneficiado pelo processo branco polido no Ensaio 1 não apresentou diferença do mês inicial até o 6º mês, diferença significativa do 6º ao 9º mês de 1,7%, tendo uma redução de 2,8% do seu valor inicial durante os 9 meses de armazenamento. Para o Ensaio 2, analisando o mesmo parâmetro, também não foi constatada uma redução significativa do seu valor inicial até o 6º mês, significativa do 6º para 9º mês em 1,4% e, tendo uma redução de 2,5% do seu valor inicial durante os 9 meses de armazenamento (Figura 3), mostrando que com o passar do tempo os defeitos metabólicos vão se intensificando. Com relação às alturas dos silos, estas não sofreram influência, não demonstrando diferenças significativas nos dois ensaios.



**Figura 3-** Rendimento de grãos inteiros sem defeitos (%) de arroz branco polido, secos por diferentes vazões específicas de ar e armazenadas por 9 meses. Médias aritméticas simples, de três repetições, fora do intervalo de confiança indicam diferença, pelo teste de Tukey a 5% de significância ( $P < 0,05$ ).

Para a variável peso volumétrico, o qual é utilizado para quantificar a perda de matéria seca de grãos, constatou-se que do mês inicial até o 9º mês de armazenamento ocorreu uma redução de peso de 1,4% no Ensaio 1 e 1,5% para o Ensaio 2 (Figura 04).



**Figura 4**– Peso volumétrico ( $\text{kg.m}^{-3}$  base seca) de arroz em casca, secos por diferentes volumes de vazões específicas por nove meses. Médias aritméticas simples, de três repetições, fora do intervalo de confiança indicam diferença, pelo teste de Tukey a 5% de significância ( $P < 0,05$ ).

## CONCLUSÃO

Períodos longos de armazenamento promovem aumento dos defeitos metabólicos, reduzindo os grãos inteiros sem defeitos e o peso volumétrico, independente da vazão específica, a partir do sexto mês de armazenamento.

## 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 02/2012**. Brasília, 2012. 25p.
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria: SOSBAI, 2014. 192p.