

MANEJO TÉRMICO E CONSUMO DE ENERGIA NA SECAGEM INTERMITENTE DE GRÃOS DE ARROZ

Luiz Roberto da Silva Boemeke; Fabrizio da Fonseca Barbosa; Flávio Manetti Pereira; Moacir Cardoso Elias. UFPel-FAEM-DCTA, C.P. 359, CEP 96.010-900, Pelotas, RS. E-mail: fabrizio@ufpel.tche.br.

Com a abertura do Mercado Comum do Sul (MERCOSUL), é vislumbrada uma forte concorrência no mercado nacional de grãos, para os quais se necessitará ter os tetos de produtividade e qualidade de produtos elevados, a fim de poderem enfrentar a competição dos produtos oriundos do exterior. Igual raciocínio se aplica quando a alternativa é a exportação. A globalização da economia torna necessária a ampliação de horizontes e de aplicação de novos conceitos (Elias, 2000). Ainda que as variedades de arroz mais cultivadas atualmente no Rio Grande do Sul apresentem altas produtividades e boas qualidades de consumo, em geral são suscetíveis a fatores adversos do meio e do manejo operacional, os quais podem provocar redução na qualidade do grão, com conseqüências no armazenamento, na industrialização e no consumo (EMBRAPA, EPAGRI, IRGA, 1999). A secagem, cuja finalidade é retirar parte da água contida nos grãos, pode ser definida como um processo de transferências de calor e massa entre produto e ar. A remoção da umidade deve ser feita a um nível tal que o produto fique em equilíbrio higroscópico com o ar ambiente onde será armazenado, a fim de que o valor nutritivo, o rendimento industrial, a qualidade comercial e a conservabilidade, dentre outros, sejam preservados. Os métodos de secagem mais usados para arroz são os intermitentes, que utilizam ar aquecido, os quais são secundados pelos estacionários, que podem utilizar ar aquecido ou sem aquecimento. Na secagem por ar aquecido, as trocas acontecem até que as pressões de vapor e temperatura entre grãos e ar atinjam equilíbrio energético, hídrico e térmico. Grãos como os de arroz, sensíveis a choques térmicos, se submetidos à alternância de ar aquecido e ambiente, têm aumentos de fissuras e/ou trincamentos, intensificando os teores de quebrados e reduzindo a conservabilidade dos grãos no armazenamento, pela ocorrência de danos físicos, químicos e bioquímicos (Lasseran, 1978; Elias, 2000). Pelas características técnicas, operacionais e econômicas, no sistema intermitente, deve ser evitada a remoção brusca de água, a qual deve ser harmônica durante todo o processo, com temperatura máxima de 110°C no ar de secagem, para controlar os danos térmicos e mecânicos (Elias *et al.*, 2001).

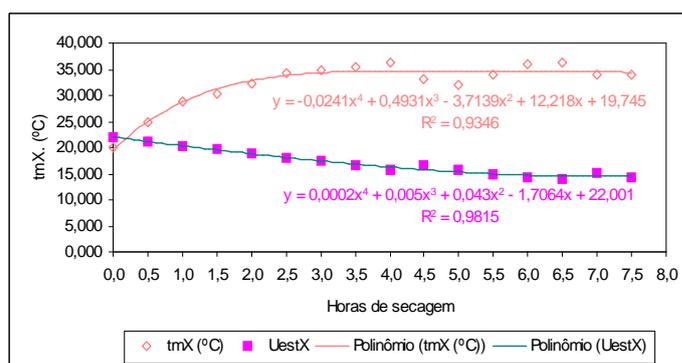
O objetivo foi avaliar efeitos do manejo térmico na secagem de arroz sobre o consumo de energia, o tempo de operação e a qualidade dos grãos, em dois métodos do sistema intermitente: a) com ar em temperatura constante de 90°C durante toda a operação; b) com ar em temperaturas crescentes de 70-90-110°C, respectivamente nas 1ª, 2ª e da 3ª hora até o final da operação. Foram utilizados grãos do cultivar BR-IRGA 410, colhidos com umidade próxima a 20%, pré-limpos, em máquina de ar e peneiras planas, antes de serem secados a 13% de umidade, em secador piloto, modelo laboratorial Vitória, dotado de resistências elétricas, termostatos e medidores de potência.

Tabela 1 - Grãos inteiros (%) e defeitos totais (%) em arroz submetido a quatro métodos de secagem e armazenado pelo sistema convencional, em sacaria¹

Método de secagem	parâmetro/meses de armazenamento			
	grãos inteiros		defeitos totais	
	0	6	0	6
Intermitente, temperatura crescente ²	A 55,0 a	A 52,5 a	A 3,25 b	B 4,01 a
Intermitente, temperatura constante ³	A 52,5 a	B 49,0 b	A 3,94 b	A 4,95 a

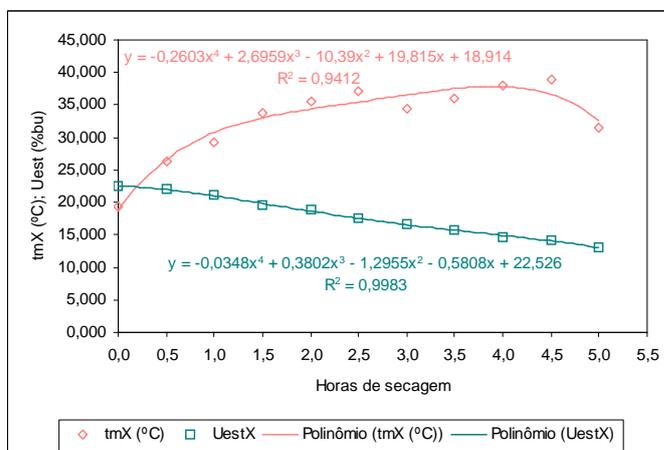
¹Médias aritméticas simples, de três repetições, seguidas por letras minúsculas, na mesma linha, e maiúsculas na mesma coluna, para o mesmo parâmetro, diferem entre si a 5% (P<0,05) pelo Teste de Tukey. ²Secagem intermitente, com ar em temperaturas crescentes, a 70±10°C, na 1ª hora; 90±10°C, na 2ª hora e 110±10°C, da 3ª hora até a penúltima meia hora; 30±10°C, na meia hora final da operação. ³Secagem intermitente, com ar a 90±10°C, durante toda a operação

Na Tabela 1, se pode observar os danos latentes mais acentuados na secagem que utilizou ar em temperatura constante. Nas curvas obtidas por regressão polinomial, com os valores das temperaturas e das umidades das massas de grãos, se pode verificar tendência de simetria plana horizontal entre elas (Figuras 1 e 2), no decorrer do tempo, em ambos os manejos térmicos, assim como se pode verificar a menor variação de demanda energética na secagem com ar em temperaturas crescentes (Figuras 3 e 4).



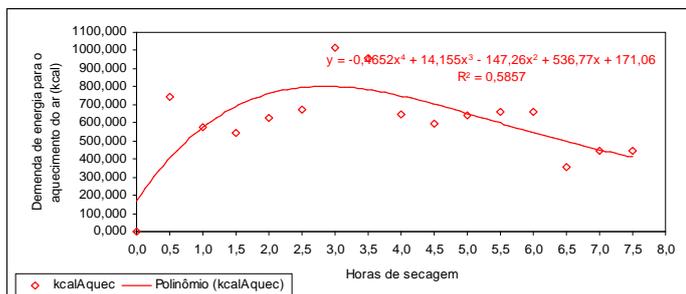
Legenda: TmX (°C) = Temperatura média da massa de grãos; UestX (%bu) = Umidade média da massa de grãos em base úmida

Figura 1 - Temperatura e umidade dos grãos durante a secagem intermitente com ar a temperatura constante.



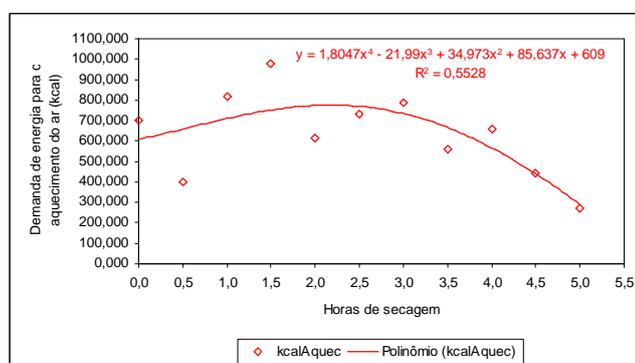
Legenda: TmX (°C) = Temperatura média da massa de grãos; UestX (%bu) = Umidade média da massa de grãos em base úmida

Figura 2 - Temperatura e umidade do grão durante a secagem intermitente com ar a temperaturas crescentes.



Legenda: Kcal Aquec. = Energia gasta para o aquecimento do ar de secagem

Figura 3 - Demanda de energia para o aquecimento do ar de entrada durante a secagem intermitente com ar a temperatura constante.



Legenda: Kcal Aquec. = Energia gasta para o aquecimento do ar de secagem

Figura 4 - Demanda de energia para o aquecimento do ar de entrada durante a secagem intermitente com ar a temperaturas crescentes.

Observando-se a Figura 5, é possível se verificar que a participação proporcional do aquecimento do ar no consumo energético da operação de secagem intermitente é quase três vezes maior do que a requerida pela movimentação do ar e dos grãos, independentemente do manejo térmico do ar, se em temperaturas crescentes ou constante .

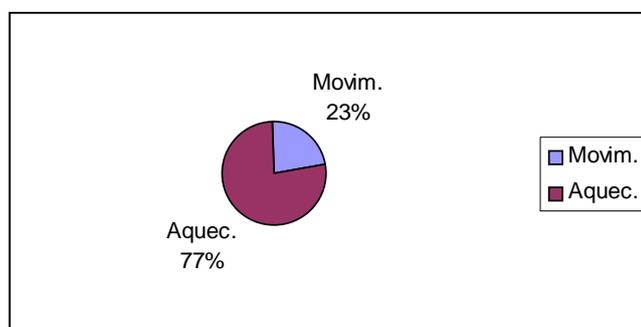


Figura 5 - Participação da demanda energética para o aquecimento do ar e para a movimentação do ar e dos grãos durante as secagens intermitentes com ar em temperaturas constante e crescentes.

Conclui-se que: 1) Cerca de 75% da energia gasta na secagem intermitente é para o aquecimento do ar; 2) A secagem que utiliza ar em temperaturas crescentes é mais eficiente

do que a que usa temperatura constante durante toda a operação, tanto do ponto de vista energético, quanto nos efeitos na qualidade dos grãos.

BIBLIOGRAFIA

ELIAS, M.C. **Secagem e armazenamento de grãos, em média e pequena escala** 1.ed. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária, 2000.147p.

ELIAS, M.C.; LOECK, A.E.; MÜLLER, M.M. **Recomendações técnicas para colheita, secagem, armazenamento e industrialização de arroz para o sul do Brasil**. Ed. UFPel, Pelotas, RS. 40p. 2001.

EMBRAPA-EPAGRI-IRGA **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999. 124p.LASSERAN, J. C. Princípios gerais de secagem. Revista Brasileira de Armazenamento. Viçosa : CETREINAR, nº 3, p. 17-46, 1978.