

SECAGEM ESTACIONÁRIA E INTERMITENTE DE GRÃOS DE ARROZ

Fabrizio da Fonseca Barbosa¹; Carlos Alberto Alves Fagundes²;
Moacir Cardoso Elias³.

¹Engenheiro Agrônomo, Doutor (fabriziobarbosa@yahoo.com.br).

²Engenheiro Agrônomo, Mestre – Pesquisador do IRGA (fagundes@irga.rs.gov.br).

³Engenheiro Agrônomo, Doutor – Professor do DCTA-FAEM-UFPEL (eliasmc@ufpel.tche.br).

O arroz é um produto de importância mundial, produzido em todos os continentes, estando na Ásia a maior produção. Na América do Sul, o maior produtor é o Brasil, o qual é também um dos dez maiores do mundo. Os estados do sul são os maiores produtores nacionais, sendo que o Rio Grande do Sul tem a maior produção, contribuindo com 45 % da produção brasileira. Segundo estatísticas do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), no ano agrícola 2004/2005, no Rio Grande do Sul foram cultivados 1.048.184 ha de arroz irrigado, produzindo 6.250.734 de toneladas de arroz em casca. De acordo com a CONAB, a região sul do Brasil também se destaca por abrigar o maior número de indústrias de arroz.

A alta produtividade de arroz alcançada pelos produtores gaúchos não é conseqüente de tarefa simples. É provindo de um conjunto de praticas que inclui também a substituição das variedades do grupo tradicional pelas dos grupos intermediário ou americano e moderno lançadas pela pesquisa nacional já desde alguns anos, e aos constantes melhoramentos verificados a cada safra. As variedades desses grupos, no entanto, apesar de mais produtivas e da boa adaptabilidade ao ecossistema de produção empregado, geralmente são suscetíveis às condições operacionais e a fatores adversos do meio, podendo resultar em redução na qualidade do grão, com conseqüências no armazenamento e/ou na industrialização e no consumo.

Os avanços verificados na produção, lamentavelmente, não são acompanhados pelo que se verifica na pós-colheita. Os conceitos modernos de produção não prescindem de uma forte aliança entre quantidade e qualidade, especialmente em se tratando de alimento, e sendo esse alimento tão identificado na cultura e nos hábitos do consumidor nacional. Afinal, é a maior fonte de carboidratos da dieta da grande maioria dos brasileiros e, juntamente com o feijão, oferece um aporte protéico de qualidade que praticamente satisfaz as necessidades humanas no que diz respeito ao balanceamento de aminoácidos. Essa excepcional qualidade nutritiva que tem o arroz pode ser seriamente comprometida com o que sucede aos grãos na pós-colheita, especialmente nas etapas de secagem e armazenamento, pois a tecnologia industrial, por mais avançada que seja, e é, o bom o nível tecnológico predominante nas agroindústrias arroseiras, não é capaz de operar o milagre de fazer um bom produto de uma matéria-prima ruim.

Dentre os fatores que influenciam sua qualidade, é importante destacar: as características varietais; as condições de desenvolvimento da cultura; o manejo e as condições edafoclimáticas; a época e a condição de colheita; o método e o sistema de secagem; o sistema de armazenamento; os métodos de conservação; o processo e as operações de beneficiamento industrial dos grãos. Nos parâmetros de qualidade, é importante que os grãos apresentem umidade uniforme e relativamente baixa; pequena percentagem de impurezas e/ou materiais estranhos, de grãos quebrados e de defeitos; baixa suscetibilidade à quebra; alto peso específico; boa conservabilidade; baixos índices de contaminação por microrganismos; ausência de micotoxinas e alto valor nutricional.

Na cadeia produtiva do arroz, os custos de produção estão cada vez maiores e o preço final do produto estável ou menor. Neste contexto, estudos nos diferentes pontos da cadeia tornam-se necessários, a fim de buscar alternativas para diminuição dos custos e, conseqüentemente, tornar os produtos mais competitivos sem diminuir sua qualidade. Entre esses pontos, merece destaque o pós-colheita, especialmente no que se refere à secagem e ao armazenamento, pois o preço pago pela saca (50 kg) de arroz depende principalmente da integridade física do grão (rendimento de engenho).

Dentre outros fatores, afirma que a secagem favorece ao maior ou menor rendimento de engenho e, os danos mais freqüentemente observados, quando a secagem por ar aquecido não é convenientemente controlada são alterações de cor, formação de crosta periférica, perda de matéria seca, redução da integridade física dos grãos, diminuição da digestibilidade das proteínas, desestruturação do amido, suscetibilidade à incidência de defeitos e redução da conservabilidade, além, do desperdício de tempo e de energia.

A secagem do arroz é essencial para possibilitar o armazenamento livre do ataque microbiológico e de insetos, pois a colheita, se realizada na faixa de umidade recomendada pela pesquisa, entre 18 e 23 %, não permite o armazenamento seguro. Também deve ser observado o fato que grãos de variedades diferentes devem ser recebidos separadamente e assim mantidos, para não prejudicar o beneficiamento industrial.

A secagem deve ser efetuada tão logo seja realizada a colheita ou, no máximo, até o dia seguinte. Não sendo possível, é importante pré-limpar, aerar e/ou pré-secar o arroz, mantendo-o sob aeração constante até o início da secagem, de modo a resfriá-lo para reduzir o metabolismo dos grãos, bem como de organismos associados. Os grãos não devem permanecer úmidos na moega, sem aeração, por período superior a 12-24 horas, sob pena de ser reduzida a conservabilidade e/ou de aparecer grande percentual de grãos amarelos, mofados, ardidos e com outros defeitos.

Os métodos de secagem estão sendo cada vez mais estudados e cada um possui suas peculiaridades, apresentando vantagens e desvantagens, cabendo aos produtores e/ou as indústrias adequá-los ao uso de acordo com as necessidades. Estudos mais aprofundados da secagem podem possibilitar diminuição nos custos da operação e melhoria da qualidade do produto final.

Entre os métodos de secagem de arroz o mais usado é o intermitente (Figura 1), que se caracteriza pela passagem descontinuada do ar pelos grãos em movimento. Grãos sensíveis a choques térmicos como os grãos de arroz, quando submetidos à alternância de ar aquecido e ar com temperatura ambiente, têm aumentos de fissuras e, ou

trincamentos, intensificando os teores de quebrados e reduzindo sua conservabilidade durante o armazenamento, devido à ocorrência de danos físicos, químicos e bioquímicos.

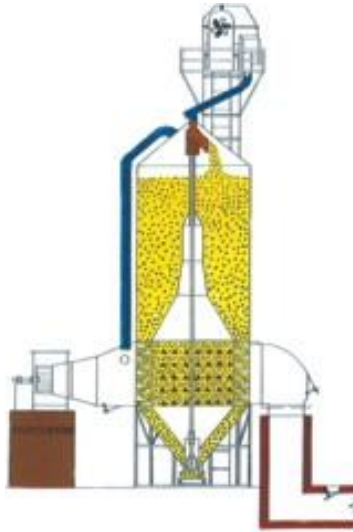


Figura 1. Secador intermitente (Máquinas Vitória)

Na secagem intermitente, o consumo de energia para aquecimento do ar e movimentação do ar e grãos é alto, comparativamente à secagem estacionária, em silos secadores armazenadores, porém a operação é mais rápida e o risco de deterioração do produto é menor.

Atualmente, a secagem estacionária, realizada em silos-secadores (Figura 2), tem sido realizada com êxito por produtores de arroz. Esta se caracteriza pela passagem forçada do ar pela massa de grãos, que permanece estática durante toda a operação. Neste método, pode-se utilizar o ar ambiente sem aquecimento ou ar aquecido, mas, não devem ser utilizadas altas temperaturas. Embora o risco de danos térmicos aos grãos seja menor, por ser um processo lento, pode provocar danos latentes relacionados à deterioração do produto, que serão observados posteriormente durante o armazenamento.



Figura 2. Silo-secador (IRGA)

Vários estudos sobre secagem de arroz tem sido desenvolvidos em parceria entre o Laboratório de Pós-colheita e Industrialização de Grãos da Universidade Federal de Pelotas e a Divisão de Pesquisa do Instituto Rio Grandense do Arroz. Com esses estudos foi possível observar que:

a) A utilização de secagem estacionária com ar condicionado, levemente aquecido para controle de sua umidade relativa, através da queima de gás liqüefeito de petróleo (glp) em sistema operacional automatizado, apresenta maior rendimento de grãos inteiros sem defeitos quando comparada a secagem estacionária com ar sem aquecimento. A lentidão no processo em que se utiliza ar sem aquecimento, associada à alta umidade dos grãos pode permitir o desenvolvimento de pragas (insetos) e microrganismos (especialmente fungos), assim como a atividade enzimática que ativa o metabolismo dos grãos, resultando no aparecimento de defeitos de origem metabólica e/ou sua intensificação.

b) O uso alternado de insuflação e sucção na secagem estacionária causa maior desuniformidade na secagem, quando comparado ao uso somente de insuflação.

c) O controle da umidade relativa do ar de secagem é mais efetivo que o controle da temperatura do ar durante a secagem, pois o controle da umidade relativa do ar permite uma secagem mais uniforme, devido ao uso nesse processo, da umidade relativa de equilíbrio higroscópico, para atingir a umidade final, desejada, dos grãos.

d) Em relação ao custo operacional, foi observado que na secagem estacionária com uso de ar levemente aquecido, o custo foi inferior, quando comparado à secagem com ar sem aquecimento. Esse custo inferior pode ser atribuído ao tempo gasto para a secagem, que foi significativamente menor quando se utilizou ar aquecido.

e) A secagem estacionária, quando comparada à secagem intermitente, promove um maior rendimento de grãos inteiros. Isso se deve ao fato que na secagem estacionária a remoção da água dos grãos ocorre de forma mais branda, além de praticamente não ocorrerem choques térmicos, quando utilizada temperatura adequada.

f) Em estudos comparando-se os atributos sensoriais (coesão, maciez, sabor e cor) do arroz não foram observadas diferenças significativas nos grãos submetidos à secagem estacionária com ar aquecido e com ar sem aquecimento. Já se comparando a secagem estacionária com a secagem intermitente, foram observadas diferenças quanto à cor. Quando os grãos foram submetidos à secagem intermitente mostraram tendência a ficarem mais amarelos. O escurecimento do grão devido à alta temperatura do ar de secagem também foi observado em outros estudos.

g) A utilização de gás liquefeito de petróleo (glp) na secagem intermitente proporciona maior uniformidade térmica durante a operação de secagem, reduz o tempo da operação de secagem em 20 % e reduz o tempo de estabilização do rendimento de grãos inteiros, comparativamente ao uso de lenha.

h) Avaliando-se o consumo energético na secagem intermitente observou-se que cerca de 75 % da energia é gasta para o aquecimento do ar, enquanto que cerca de 25 % é gasta para movimentação dos grãos.

As Dez Regras Básicas para Secagem de Arroz

1) Respeitando-se os parâmetros técnicos e operacionais, a secagem pode ser realizada nos sistemas, processos e/ou métodos que utilizem ar não aquecido (também denominados métodos de secagem com ar natural, com ar ambiente ou com ar frio) e/ou naqueles com ar aquecido (também denominados métodos de secagem artificial ou forçada);

2) Se for utilizada queima de combustíveis sólidos (lenhas, cascas, restos de cultura) para aquecimento do ar de secagem, é recomendável evitar o contato direto do ar da fornalha com os grãos, devendo ser tomados mais cuidados com o controle térmico da operação, em função da inércia térmica e da maior desuniformidade de aquecimento do ar;

3) Se o aquecimento do ar de secagem for feito com a queima de gás liquefeito de petróleo (glp), ou outro combustível fluido, deve haver monitoramento por sistemas automatizados de controle da temperatura e/ou da umidade relativa do ar;

4) Em secagem estacionária, em silo-secador, é preferível fazer o monitoramento do condicionamento do ar por controle de umidade relativa do que por controle de temperatura, para reduzir a desuniformidade da secagem;

5) Em secagem com ar aquecido devem ser evitados os danos e os choques térmicos, pois o arroz é termicamente sensível, assim como deve ser evitada a lentidão da secagem se realizada com ar não aquecido, pois o arroz pode adquirir danos latentes nessa fase e que se manifestarão em perdas durante o armazenamento dos grãos;

6) Quanto menor for a temperatura do ar na secagem estacionária, maior deve ser o fluxo deste, respeitados os limites de 4 até 20 $\text{m}^3 \cdot \text{t}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ (m^3 de ar por tonelada de grãos por minuto);

7) Na secagem em silos de fundo perfurado, não é conveniente se encher o silo para depois iniciar a secar, sendo recomendável dar início quando já tiver 1 a 1,5 m de camada de grãos. Quando a opção for secagem de camada, essa pode ser removida para o silo de armazenamento definitivo, ou ser sobreposta por outra(s), quando deve ser diminuída a temperatura do ar a cada nova camada sobreposta colocada no silo;

8) A temperatura do ar nos silos-secadores não deve ultrapassar 40 °C, devendo haver rigor no controle da uniformidade da temperatura para evitar (ou pelo menos reduzir) os choques térmicos, os quais predispõe os grãos às quebras e à ocorrência de danos metabólicos durante o armazenamento, aumentando a incidência de defeitos e reduzindo sua conservabilidade;

9) No caso de seca-aeração, 70 °C é a temperatura máxima do ar na câmara de secagem do secador convencional (contínuo adaptado ou intermitente adaptado); 18 % é a umidade máxima e 41 °C é a temperatura de massa com que o grão deve sair do secador convencional, devendo ser submetido a repouso por 6 a 12 horas no secador estacionário, antes da insuflação do ar ambiente, em fluxo de até 1 $\text{m}^3 \cdot \text{t}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, podendo o silo estar cheio e;

10) Para grandes quantidades e/ou quando há necessidade de rapidez, o sistema intermitente é o mais recomendável para secagem de arroz, devendo ser evitada a remoção brusca da água, a qual deve ser harmônica durante todo o processo e não deve ultrapassar a dois pontos percentuais por hora, sendo preferível utilizar secagem gradual, com ar em temperaturas crescentes, sem choque térmico e sem super aquecimento dos grãos.

BIBLIOGRAFIA

BARBOSA, F. F.; PEREIRA, F. M.; OLIVEIRA, M.; PORTO, A. A.; FREDO, E.; FAGUNDES, C. A. A.; ELIAS, M. C. Manejo psicrométrico do ar na secagem estacionária de grãos de arroz. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, XXV REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 2003, Balneário Camburiú-SC. **Anais...** 2003. v. 1, p. 602-604.

BARBOSA, F. F.; WALLY, A. P. S.; OLIVEIRA, L. C.; GULARTE, M. A.; FERRARI, C. S. Caracterização sensorial de arroz com diferentes métodos de secagem. In: XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2002, Porto Alegre-RS. **Anais...** 2002a. v. 1, p. 2397-2400.

BARBOSA, F. F.; ELIAS, M. C.; FAGUNDES, C. A. A.; PEREIRA, F. M.; RADÜNZ, L. L. Efeitos das secagens estacionária e intermitente e do tempo de armazenamento no desempenho industrial de grãos de arroz. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa-MG, v. 30, n. 1, p. 83-90, 2005.

BARBOSA, F. F.; FAGUNDES, C. A. A.; OLIVEIRA, C. F.; ELIAS, M. C. Umidade relativa do ar na secagem estacionária e efeitos na operação e na qualidade de grãos de arroz. In: XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2002, Porto Alegre-RS. **Anais...** 2002b. v. 1, p. 2705-2708.

BOEMEKE, L. R. S.; BARBOSA, F. F.; PEREIRA, F. M.; ELIAS, M. C. Manejo térmico e consumo de energia na secagem intermitente de grãos de arroz. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO - XXIV REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 2001, Porto Alegre-RS. **Anais...** 2001. v. 1, p. 711-714.

CONAB – **Companhia Nacional de Abastecimento**. Indicadores de Agropecuária, Estimativa de Safras. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em: Dezembro 2004.

ELIAS, M.C.; FAGUNDES, C.A.A.; DIAS, A.R.G. Produziu o arroz? E agora, como manter a qualidade? **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 52, n. 435, p. 56-60, 2004.

ELIAS, M.C.; ROMBALDI, C.V.; DIAS, A.R.G.; NORA, L.; SILVA, J.A. **Industrialização de grãos**. Pelotas, 1999. 14 p. DCTA-FAEM-UFPEL, 1999.

ELIAS, M.C. **Técnicas para secagem e armazenamento de grãos em médias e pequenas escalas**. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária, 2001. 143p.

ELIAS, M.C. **Tempo de espera para secagem e qualidade de arroz para semente e indústria**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1998. 132 p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", UFPEL, 1998.

FAGUNDES, C. A. A.; BARBOSA, F. F.; PEREIRA, F. M.; GONÇALVES, P. R.; SANTOS, G. L.; SCHIRMER, M. A.; ELIAS, M. C. Manejo Operacional do Ar na Secagem Estacionária e Desempenho Industrial de Grãos de Arroz. In: I SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE QUALIDADE DE ARROZ, 2003, Pelotas-RS. **Anais...** Passo Fundo-RS: Berthier, 2003a. v. 1, p. 531-538.

FAGUNDES, C. A. A.; BARBOSA, F. F.; PEREIRA, F. M.; AOSANI, E.; PESTANA, V. R.; BITENCOURT, J. R.; ELIAS, M. C. Qualidade sensorial em arroz secado pelos métodos intermitente e estacionário em silo metálico. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, XXV REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 2003, Balneário Camboriú-SC. **Anais...** 2003b. v. 1, p. 656-658.

FAGUNDES, C. A. A.; ELIAS, M. C.; BARBOSA, F. F.; Desempenho industrial de arroz secado com ar aquecido por queima de lenha e de GLP. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa-MG, v. 30, n. 1, p. 8-15, 2005.

FAGUNDES, C. A. A.; FISCHER, M. M.; GADEA, A. D. C.; SOUZA, J. A. B.; ELIAS, M. C.; BARBOSA, F. F. Secado de arroz em silos secadores-almacenadores. In: 2ND ENCUESTRO INTERNACIONAL DE ARROZ, 2002, Havana-Cuba. **Memorias...** 2002. v. 1, p. 224-226.

FAGUNDES, C. A. A.; PEREIRA, F. M.; ELIAS, M. C. Gp para o aquecimento do ar na secagem intermitente do arroz. In: SIMPOSIO SUL-BRASILEIRO DE QUALIDADE DE AROZ, 1. 2003, Pelotas. **Anais...** Pelotas, ABRAPOS, 2003. p.275-277.

FAGUNDES, C. A. A. Secagem de arroz em baixas temperaturas. In:

CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2. 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, ABRAPOS, 2001. p.660-663.

IRGA - **Instituto Rio Grandense do Arroz**, Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br>>
Acesso em: Março 2004.

LASSERAN, J. C. Princípios gerais da secagem. **Revista Brasileira de Armazenamento**. Viçosa: CENTREINAR, Nº 3, P. 17-46, 1978.

MARCHEZAN, E. Grãos inteiros em arroz. **Lavoura arrozeira**, v.44, n.398, p.3-8, 1991.

MOTTA, W. A.; VILLELA, F. A.; ZIMMER, G. J. Adaptação do método contínuo de secagem para sementes de arroz. **Scientia Agrícola**, v.56, n.4, p.1019-1025, 1999 (suplemento).

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

TUBON, E. T.; AZEREDO, M. S. **Tecnologia de pós produção de arroz**. Aracaju, 1983. 109 p. CODEVASF, 1983.