

ESTUDO DO PROCESSO DE SECAGEM DE ARROZ COM CASCA OBTIDO NO MUNICÍPIO LONTRA/MG

J. P. S. FERNANDES¹, T. A. C. GONÇALVES¹, V. Q. SILVA¹, L. F. G., PEREIRA¹, M. A., B. FREITAS¹

¹ Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Química

RESUMO – Este trabalho objetivou realizar a comparação do processo de secagem do arroz com casca usando o método convencional em estufa e o intermitente em leito de jorro a fim de sugerir melhorias no processo aos produtores agrícolas locais. Os grãos foram obtidos no município de Lontra/MG e caracterizados fisicamente por meio da porosidade, densidade e esfericidade. O processo de secagem foi realizado com amostras de 200g de arroz seco, na umidade de 20% em base seca à uma temperatura de 30°C. Para os parâmetros de caracterização do arroz analisados, os resultados mostraram-se coerentes com os apresentados na literatura. Os coeficientes de ajustes polinomiais deram próximos a 1, sendo 0,9789 e 0,9971 na secagem com a estufa e leito de jorro, respectivamente.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil fechou o ano com 10,6 milhões de toneladas de produção de arroz com casca, que apesar de ser quantidade significativa, não superou a de 2015, representando uma queda de 14% (IBGE, 2016). Por ser o arroz um produto sazonal e de consumo constante, a conservação e armazenagem do produto torna-se indispensável (Ness, 1998). De acordo com Popinigs (1977), geralmente, o teor ideal para se armazenar arroz é definido entre 4 e 8 %, o intervalo de 12 a 20% favorece a proliferação de fungos, de 20 a 45 % aumentam a respiração da semente e de microrganismos, e de 45 a 60 % a semente tende a germinar.

A secagem é um processo de remoção de água, ou outro solvente, de um sólido ou semi-sólido, para uma fase gasosa não saturada (Arrotéia *et al.*, 2017). Nessa operação unitária, é importante considerar que o intervalo da temperatura deve estar entre 25°C e 65°C, isso porquê, tanto a forma da semente quanto as propriedades genéticas podem sofrer modificações se nas condições operacionais a temperatura for superior à faixa citada (Valente, 2012). Com o intuito de colaborar com agricultores locais na adaptação de métodos difundidos de secagem às características dos grãos produzidos, o presente trabalho propôs analisar o processo de diminuição da umidade presente no arroz com casca, obtido em Lontra-MG, usando uma temperatura de operação de 30°C pelos métodos convencional e o intermitente com leito de jorro.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização e umidificação do arroz

A caracterização do arroz foi feita por meio da porosidade, densidade, e esfericidade dos grãos. Para a caracterização realizou-se a medida das três dimensões do grão (comprimento, largura e espessura) através de paquímetro digital Marbeg (precisão de 0,1mm). No cálculo da área superficial e do volume do grão, aproximou-se a geometria a de um elipsoide.

Verificou-se o volume aparente ocupado dos grãos, adicionando-se uma quantidade conhecida em uma proveta (precisão de 0,1mL) previamente calibrada (conforme a NBR ISSO/IEC 17025). Em seguida, acrescentou-se uma quantidade pré-definida de água a fim de se determinar o volume real. A porosidade foi calculada realizando-se a razão entre o volume dos vazios (diferença entre o volume aparente e o volume real de arroz com casca) e o volume aparente.

Para a umidificação almejou-se teor de umidade encontrado na etapa da colheita, de 18 a 23 %, sendo fixado o valor inicial de 20% de umidade em base seca. Para tal pesou-se, em balança analítica (modelo Shimadzu BL3200H) amostra contendo 200g de arroz com casca e adicionou-se 40 gramas de água, com no mínimo 24 horas de antecedência para a execução dos ensaios de secagem, tanto no leito de jorro quanto na estufa (modelo Equilam YLD-2000). Para que o arroz não apresentasse umidade prévia realizou-se a secagem do mesmo em estufa a 60 °C até que o peso mantivesse constante conforme as aferições de 2 em 2 horas.

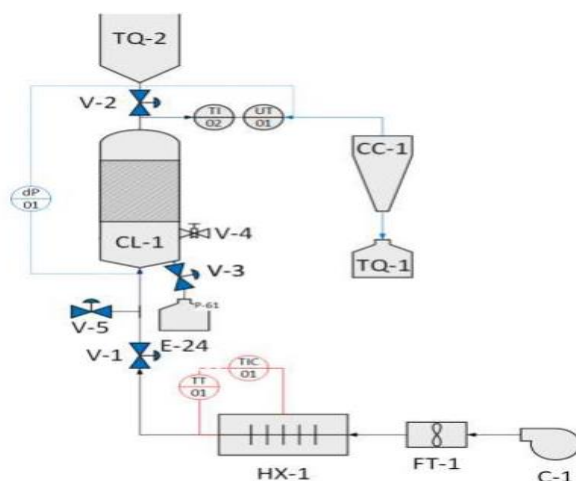
2.2 Determinação da velocidade mínima de Jorro

A determinação do parâmetro fluidodinâmico, velocidade mínima de jorro, foi realizada variando-se a vazão de ar no leito, até que este se expandisse. Foram obtidos os dados de cada par de velocidade do ar/queda de pressão do equipamento, com as sementes à temperatura ambiente. Através do método visual, foi determinada a velocidade mínima de jorro (MATHUR & EPSTEIN, 1974). A velocidade era regulada no próprio painel de controle do módulo.

2.3 Processo de secagem

Os ensaios no leito de jorro, foram realizados na unidade experimental do Laboratório de Engenharia Química do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – *Campus Montes Claros* (IFNMG). A Figura 1 representa o fluxograma.

Figura 1 – Componentes do sistema (UpControl, 2017)





Primeiramente, acionou a chave geral do equipamento, o leito de jorro foi preenchido com uma massa umidificada equivalente a 200g de sólido seco, sempre na mesma umidade de início, 20% em base seca. Alimentou-se o leito já com a vazão de ar previamente estabilizada. Nos intervalos de tempo estabelecidos, anotou-se a queda de pressão, vazão do ar e umidade de saída para posterior comparação. Para a secagem na estufa, amostras de 200 g de arroz seco, na umidade de 20% em base seca, foram levados à estufa à uma temperatura de 30 °C, previamente em estado estacionário. Anotou-se a massa do sólido em intervalos de tempo estabelecidos.

3. RESULTADOS

3.1 Propriedades das sementes

As propriedades físicas das partículas possibilitam prever por meio de cálculos e simulações o processo de secagem e minimizar as quebras dos grãos. Os valores obtidos para os parâmetros abordados encontram-se na Tabela 1 comparados com valores da literatura para o arroz com casca.

Tabela 1 – Propriedades obtidas das amostras de arroz com casca e comparação com literatura

	Eixos (mm)			$\rho_{aparente}$ (g/mL)	ρ_{real} (g/mL)	ε	ϕ
	Comp.	Larg.	Esp.				
Neste trabalho	8,936	2,469	1,9593	0,5687	1,0699	0,4684	0,390
Ustra <i>et al.</i> , 2005	9,81	2,38	1,97	0,5338	1,1250	0,5255	0,370
E Souza, 2013	9.741	2.40	2.023	0,5626	1,2360	0,5227	0,355

Como pode-se observar as dimensões obtidas neste trabalho encontram-se em conformidade com aquelas registradas na literatura para grãos longos de arroz com casca. A literatura registra faixas de 5 a 10 mm para o comprimento, 2 a 3 mm para a largura e 1 a 3 mm para a espessura. A pequena discrepância observada deve-se as diferentes classes de arroz utilizadas pelos autores.

3.2 Determinação da velocidade mínima de Jorro

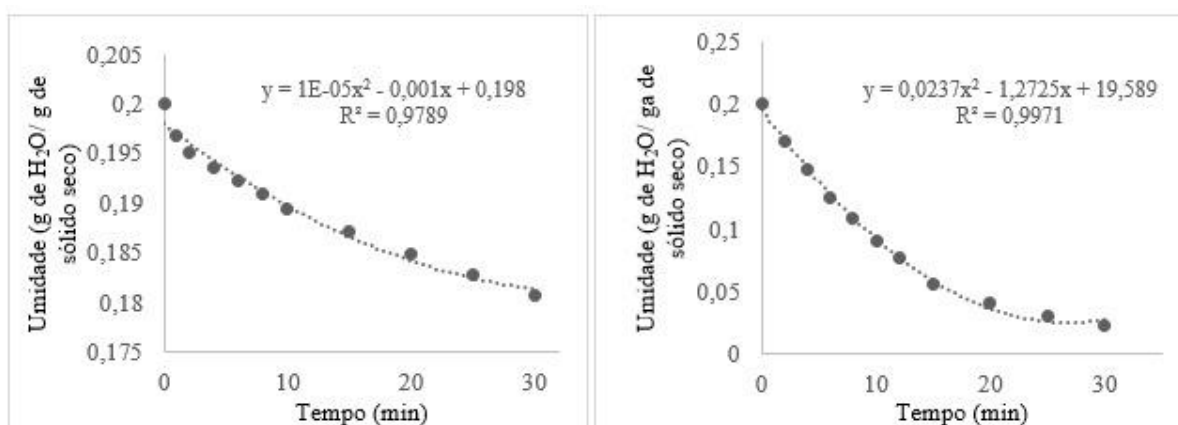
Dentre os parâmetros fluidodinâmicos o mais relevante é a velocidade mínima de jorro. Para o leito de jorro a velocidade mínima encontrada foi de 6,59 m/s, sendo esse valor calculado para o arroz umidificado. Em condições semelhantes de umidade inicial Ustra *et al.* (2003) registraram valores de velocidades mínimas entre 1,0 e 1,52 m/s para um leito fluidizado contendo arroz com casca. O valor encontrado por eles é menor que o do leito de jorro, o que era de se esperar, tendo vista que o leito de jorro possui uma maior coluna de sólidos na entrada do fluido (devido ao seu formato cônico na base) o que não ocorre no leito fluidizado (MATHUR & EPSTEIN, 1974).

3.3 Processo de secagem

A Figura 2a apresenta o comportamento da umidade do grão de arroz com casca a 30°C para o processo de secagem em estufa, o valor da umidade mínima atingida foi de 0,1875 (g de H₂O/ g de sólido seco), não alcançando a estabilidade. Na Figura 2b encontra-se a curva de secagem para o arroz com casca em leito de jorro a 30°C.

A curva de secagem encontra-se com comportamento semelhante ao apresentado na literatura. O valor mínimo alcançado de umidade para a secagem do arroz com casca em leito de jorro após 30 minutos foi de 0,023 (g de H₂O/ g de sólido seco). Fica evidente que para o mesmo intervalo de tempo a secagem em leito de jorro atingiu uma maior remoção de água presente no grão que em estufa, isso ocorre devido ao jorro proporcionar maior contato entre fluido e sólido pelo movimento cíclico dos grãos, garantindo maiores taxas de transferência de calor e massa.

Figura 2 – Curvas de secagem do arroz com casca a 30°C na (a) estufa e no (b) leito de jorro



4. CONCLUSÃO

A caracterização do arroz com casca obtido no município de Lontra-MG apresentou resultados coerentes com os apresentados na literatura para os parâmetros analisados, demonstrando a eficácia de métodos convencionais ao tipo do arroz. A secagem foi realizada com êxito, mostrando uma diminuição no teor de umidade com o tempo. Dentre os tipos de secagem utilizados o que apresentou uma maior remoção de umidade do sólido, em um mesmo intervalo de tempo, foi o leito de jorro atingindo uma umidade mínima de 0,023 (g de H₂O/g de sólido seco) após 30 minutos. Com isso, verifica-se que os agricultores locais podem empregar tanto o leito de jorro quanto o método em estufa para a diminuição do teor de umidade. Em trabalhos futuros almeja-se estudar melhores condições do processo através da variação da temperatura em ambos os métodos.

5. NOMENCLATURA

CL-1 – Coluna do leito de jorro;

TI-0 – Quadro de comando para controle do ar;



C-1 – Chave liga/desliga para o compressor;

FT-1 – Anemômetro (modelo HIGHMED HM-385);

V-5 – Válvula de medição;

V-i – Válvulas do processo, onde i é a numeração da válvula;

E-4 – Recipiente de recolhimento;

TQ-2 – Silo de alimentação;

UT-1 – Termohigrômetro (modelo AKSO AK625);

PI-1 – Manômetro;

CC-1 – Ciclone;

TQ-1 – Coletor do ciclone;

HX-1 – Pré-aquecedor;

ρ – Densidade;

ε – Porosidade;

ϕ – Esfericidade.

6. REFERÊNCIAS

ARROTÉIA, D. R. *Estudo do processo de secagem da linhaça em leito fluidizado e em leito de jorro*. The Journal of Engineering and Exact Sciences – JCEC, vol. 03, n. 02(2017) 215-224.

E SOUZA, Á. B. M. *Physical, thermal and aerodynamic properties of rice grain varieties BR IRGA 409 and BRS Primavera*. Current Agricultural Science and Technology, v. 19, n. 1, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Levantamento Sistemático de Produtos Agrícolas*. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistemático_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo/2016/lspa_201612_20170222_133000.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistemático_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/2016/lspa_201612_20170222_133000.pdf)>. Acesso em: 05 de Março de 2018.

MATHUR, K.B.; EPSTEIN, K.A. *Spouted Beds*. New York: Academic Press, 1974.

NESS, A. R. R. *Qualidade do arroz em casca, seco e armazenado em silos metálicos com aeração controlada*, 1998, 108 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Fundação Universidade Federal do Rio Grande – Rio Grande.

POPINIGIS, F. *Fisiologia da Semente*. Brasília, AGIPLAN, 1985. 289p.

UPCONTROL. *Módulo de secagem em leito de jorro e leito fixo*. Manual de instruções. p. 7-8. Porto Alegre, 2017.



USTRA, L. A. R. *Secagem de grãos de arroz em leito fluidizado*. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2005.

Valente, M. C. C.; Costa, C. M. L.; Souza, C. A. G. *Cinética de secagem em leito fluidizado de sementes de linhaças (*Linum usitatissimum* L.)*. Rev. de Ciências. Exatas, v. 27/31, n. 2, p. 110-120, jul.-dez. 2012.