

Área: Tecnologia de Alimentos

DETERMINAÇÃO DO GRAU DE UMIDADE EM ARROZ UTILIZANDO-SE RADIAÇÃO INFRAVERMELHA

Jordana Trindade Paz*, Caroline Antunes Moreira, Aline Lisboa Medina, Leomar Hackbart da Silva*

Laboratório Processamento de Alimentos II, Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pampa, Campus Itaqui, RS

**E-mail: jordana_1608@hotmail.com, leomarsilva@unipampa.edu.br*

RESUMO – Objetivou-se comparar a eficiência de diferentes condições de aplicação de infravermelho para determinar o teor de umidade em grãos de arroz e fazer a comparação com o método padrão em estufa. As amostras com diferentes porcentagens de umidade foram divididas em cinco subamostras nas faixas de: 12, 14, 19, 24 e 26% de umidade e submetidas a dois métodos para determinar a umidade. (I) Método oficial em estufa; (II) Uso de infravermelho, sendo as condições determinadas através do delineamento composto central rotacional (DCCR) completo de 2ª ordem, com quatro ensaios fatoriais, quatro nas condições axiais e três nos pontos centrais, totalizando 11 ensaios. Foram consideradas variáveis independentes: (a) temperatura (115 a 145°C) e (b) grau de umidade das amostras (12 a 26%) e como variáveis dependentes o tempo de exposição. Os resultados indicaram que o aumento na temperatura reduziu o tempo de exposição ao infravermelho independente da umidade do arroz. Os valores de umidade obtidos pelo método de infravermelho foram semelhantes aos observados pelo método de estufa. De modo geral a utilização de temperatura na faixa de 130 a 140°C, por tempo de 18 a 19 min., independente da umidade da amostra, apresentam desvios com valores na faixa de 0,07 a 0,44 pp, quando comparado com os valores de umidade obtidos na estufa, porém em menor tempo, o que facilita a logística no processamento do arroz.

Palavras-chave: estufa, infravermelho, *Oryza sativa* L.

1 INTRODUÇÃO

A determinação do grau de umidade é fator determinante em todas as etapas do processamento dos grãos, seja para definir as operações de colheita, secagem e armazenagem, pois esta apresenta influência direta na qualidade e conservação dos grãos. A verificação do grau de umidade em grandes volumes de grãos, principalmente na época da colheita, necessita de procedimentos eficientes e de rapidez na obtenção dos

resultados, visando contribuir para uma tomada de decisão referente à qualidade e os procedimentos de processamento adequados para cada carga de grãos (SOSBAI, 2016).

Os métodos diretos, baseados na retirada da água por processo de aquecimento, sendo o teor de água obtido pela diferença entre o peso inicial e final da amostra, são considerados mais precisos, porém necessitam de um longo período para determinar a umidade, como é o caso do método oficial em estufa (BRASIL, 2009). No entanto, existem alternativas de métodos diretos, tais como por destilação, radiação infravermelha, que se obtêm resultados de graus de umidades em menor tempo, porém quando não calibrados estão sujeitos a erros decorrentes das características físicas, temperatura e faixa de umidade dos grãos.

A energia infravermelha tem inúmeras aplicações na indústria de alimentos como nos processos de assar, tostar ou cozinhar, na fusão de gorduras e na dessecação de alimentos com baixo teor de umidade, como pastas, cacau, farinhas e grãos (RASTOGI, 2012).

O comprimento de onda da radiação infravermelha é determinado pela temperatura da fonte de radiação. Quanto mais elevada é, mais curto é o comprimento de onda da radiação e maior sua capacidade de penetração. No aquecimento de alimentos, utiliza-se radiação infravermelha com comprimentos de onda de até 50 μm . Tanto a água como os sistemas aquosos absorvem melhor em comprimento de onda próxima a 1 μm (ORDÓÑEZ, 2005).

Os equipamentos por secagem infravermelha possuem uma balança que fornece a leitura direta do conteúdo de umidade por diferença de massa. A remoção da umidade é mais eficaz e envolve penetração do calor dentro da amostra, reduzindo o tempo da análise (BASILIO et al., 2014). No entanto, fatores como temperatura, quantidade de amostra, tempo de exposição, grau de umidade da amostra podem influenciar no resultado final.

Neste trabalho objetivou-se comparar a eficiência de diferentes condições de aplicação de radiação infravermelha para determinar o teor de umidade de grãos de arroz e fazer a comparação com o método padrão em estufa.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas amostras de arroz com diferentes porcentagens de umidade, divididas em cinco subamostras nas faixas de: 12, 14, 19, 24 e 26% de umidade, as quais foram submetidas a dois métodos para determinar a umidade. I) Método oficial em estufa (Estufa Biofoco BF2 EFC 100), sendo que amostras de 10 g foram secas a temperatura de $105 \pm 3^\circ\text{C}$, por 24 h e II) Uso do determinador de umidade por infravermelho (Ohaus, MB25), onde as condições de aplicação foram determinadas através do delineamento composto central rotacional (DCCR) completo de 2ª ordem, sendo quatro ensaios fatoriais, quatro nas condições axiais e três nos pontos centrais, totalizando 11 ensaios (RODRIGUES; IEMMA, 2005). Foram consideradas como variáveis independentes: (a) temperatura (115 a 145°C) e (b) grau de umidade das amostras (12 a 26%), cujos respectivos níveis estão apresentados na Tabela 1. As amostras de arroz com diferentes umidades foram trituradas por 2 min, em moinho analítico (IKA, modelo A11 Basic), sendo que uma amostra de cinco gramas foi pesada na balança

do aparelho de infravermelho, ajustou-se a temperatura conforme o ensaio (Tabela 1) e tempo de medição foram ajustados no modo automático, os resultados foram expressos em porcentagem de umidade.

O programa estatístico Statistica 5.0 (Statsoft, USA) foi utilizado para determinar os efeitos das variáveis independentes, calcular os coeficientes de regressão (R^2), fazer a análise de variância (ANOVA) e construir as superfícies de resposta, com nível de significância de 5%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados os valores de umidade obtidos pelo método infravermelho em diferentes condições de temperatura e os valores encontrados utilizando-se o método oficial em estufa. Observa-se que, o tempo de exposição ao infravermelho variou entre 16,25 a 23,23 min. nos diferentes ensaios (Tabela 1). O modelo ajustado para os valores de tempo de exposição mostrou-se estatisticamente significativo ($p < 0,05$). Dentre os fatores estudados, o aumento na temperatura reduziu significativamente o tempo de exposição independente da umidade da amostra de arroz (Figura 1a e 1b). Este comportamento já era esperado, pois na determinação de umidade em grãos utilizando-se radiação infravermelha ocorre à conversão de energia térmica e transferência de calor por convecção, com conseqüente remoção da água contida no produto (RASTOGI, 2012).

Tabela 1 - Matriz do Delineamento Experimental (DCCR) com Valores Codificados, Reais e Resposta: tempo de exposição e Grau de umidade obtido pelo método infravermelho, valores encontrados pelo método de estufa e o desvio em pontos percentuais entre valores obtidos nos diferentes métodos

Ensaio	Variáveis Codificadas e Reais		Variáveis respostas		Umidade Estufa (%)	Desvio (PP)
	$x_1(X_1)$	$x_2(X_2)$	Tempo (min)	Umidade IR (%)		
1	-1 (120)	-1 (14)	23,23	13,77	14,26	0,49
2	1 (140)	-1 (14)	17,77	14,59	14,66	0,07
3	-1 (120)	1 (24)	22,75	24,35	24,34	0,01
4	1 (140)	1 (24)	17,83	24,98	24,55	0,43
5	-1,41 (115)	0 (19)	19,93	17,91	19,09	1,18
6	1,41 (145)	0 (19)	16,55	21,22	19,06	2,16
7	0 (130)	-1,41 (12)	19,62	12,70	12,26	0,44
8	0 (130)	1,41 (26)	18,18	26,17	25,76	0,41
9 (C)	0 (130)	0 (19)	19,20	19,24	19,39	0,15
10 (C)	0 (130)	0 (19)	19,88	19,30	19,20	0,10
11 (C)	0 (130)	0 (19)	19,44	19,36	19,21	0,15

$|\alpha| = \pm 1,41$; variáveis independentes: x_1 , X_1 = temperatura ($^{\circ}\text{C}$), x_2 , X_2 = Grau de umidade das amostras de arroz e (C): pontos centrais. Umidade IR – grau de umidade obtido pelo método de infravermelho; Umidade Estufa – grau de umidade determinada pelo método de estufa, Desvio (PP): os dados foram obtidos pela subtração entre os valores de umidade obtidos pelo método infravermelho e os da estufa, sendo os valores expressos em módulo.

A análise de variância mostrou valores de R^2 de 70%, relação F_{calc}/F_{tab} de 4,0 e p-valor $<0,001$ indicando um ajuste do modelo aos dados, o que garante a validade das predições efetuadas. O modelo ajustado de 1º ordem para os valores de tempo de exposição está apresentado na Equação (1).

$$\text{Tempo de exposição (min)} = 19,22 - 1,90x_1 \quad (1)$$

Onde: x_1 = Tempo de exposição ao infravermelho (min.); x_2 = Grau de umidade (%)

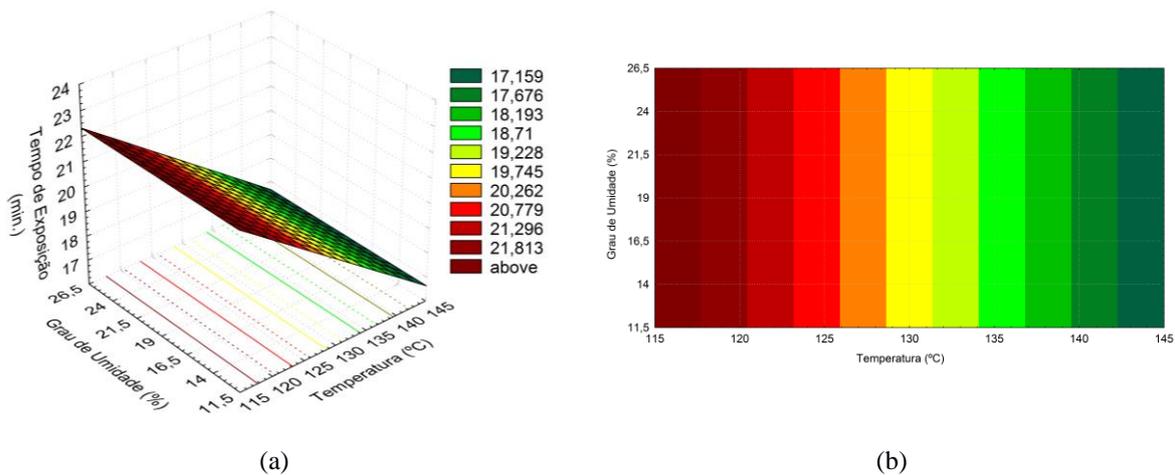


Figura 01 – Superfícies de resposta (a) e curva de contorno (b) dos valores do tempo de exposição (min.) a ação de infravermelho para determinar o grau de umidade em amostras de arroz.

A comparação entre os valores de umidade obtidos pelo método infravermelho e pelo método de estufa apresentaram desvios que variaram entre 0,01 a 2,16 pontos percentuais, sendo os maiores valores observados nos ensaios 5 e 6 onde foram utilizados os extremos de temperatura, quando utiliza-se temperaturas na faixa de 115°C, ensaio 5, ocorre uma subestimativa do grau de umidade em 1,18 pp, no entanto temperatura na faixa de 145°C, ensaio 6, ocorre uma superestimativa da umidade em 2,16 pp. Nos demais ensaios quando utilizou-se temperatura na faixa de 120 a 140°C o desvio apresentaram valores na faixa do limite aceito pela legislação, que é de no máximo 1 pp de variação nos resultado de grau de umidade obtidos por métodos e/ou equipamentos distintos (Brasil, 2009).

O modelo de regressão para os valores de desvios não foi significativo ($p < 0,05$) dentro da faixa estudada. O coeficiente de regressão (R^2) foi de 62,73%, indicando falta de ajuste do modelo aos dados, não sendo possível apresentá-lo. De modo geral a utilização de temperatura de 130 a 140°C, por tempo de 18 a 19 min. independente da umidade da amostra, apresentaram os menores valores de desvios na faixa de 0,07 a 0,44 pp, quando comparado com os valores de umidade obtidos na estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$, por 24 h (Tabela 1), verificou-se uma redução em 98,6% no tempo de análise, sendo esta condição recomendada para determinação do grau de umidade em amostras de arroz.

4 CONCLUSÃO

Nas condições em que os experimentos foram realizados, a determinação de umidade pelo método de infravermelho utilizando temperatura na faixa de 130 a 140°C, por 18 a 19 min. foi possível obter valores de umidade semelhantes aos encontrados pelo método em estufa, porém em menor tempo, o que facilita a logística no processamento do arroz.

5 AGRADECIMENTOS

A Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação (PROPPi) da UNIPAMPA e ao Núcleo de Pesquisa em Tecnologia de Grãos e Produtos Amiláceos (NUTEGRA) da UNIPAMPA – Campus Itaqui, pelo apoio ao projeto.

6 REFERÊNCIAS

- BASILIO, M. L. R. B.; LINDINO, C. A.; ROSA, M. F.; LOBO, V. S. Comparação de metodologias para determinação de umidade em rações. **Revista Analytica**, n. 73, p. 64-70, 2014
- BRASIL. Ministério da Agricultura, pecuária e abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.
- ORDOÑEZ, Juan A. et al. Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos. v. 1. **Porto Alegre: Artmed**, p. 155-156, 2005.
- RASTOGI, Navin K. **Infrared heating of fluid foods**. In: Novel thermal and non-thermal technologies for fluid foods. 2012. p. 411-432.
- RODRIGUES, M. I.; IEMMA, A. F.; **Planejamento de Experimentos e Otimização de Processos, uma Estratégia Sequencial de Planejamentos**. Editora casa do Pão, Campinas, Brasil, 2005.
- SOSBAI, XXXI. Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado (31: 2016: Bento Gonçalves, RS) - **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil/ Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado**. - Pelotas: SOSBAI, 2016. 200p.