

EFEITOS DA GELATINIZAÇÃO POR AQUECIMENTO COM RADIAÇÃO INFRAVERMELHA NA COCÇÃO DE GRÃOS DE ARROZ

Henrique Passos Neutzling¹; Bernardo Prestes Stuker²; Newton da Silva Timm³; Adriano Hirsch Ramos⁴; Cristiano Dietrich Ferreira⁵; Maurício de Oliveira⁶

Palavras-chave: parboilização, otimização de processo, tempo de cocção, dureza.

INTRODUÇÃO

A parboilização torna o arroz mais resistente para as etapas de descasque e polimento, devido ao processo hidrotérmico os quais são submetidos. Nesta fase, ocorre a modificação do amido passando do estado cristalino para amorfo, promovendo um ganho no percentual de grãos inteiros (LEETHANAPANICH et al., 2016). Além disso, ocorre um arraste de vitaminas e minerais da camada periférica para o interior dos grãos, que torna o arroz parboilizado polido mais nutritivo em relação ao arroz branco polido (AMATO & ELIAS, 2005).

O processo de parboilização é constituído pelas etapas de encharcamento, autoclavagem e secagem (BHATTACHARYA, 2011). No encharcamento, os grãos são imersos em água com temperatura entre 60 – 70 °C por 5 – 6 h, assim o teor de umidade dos grãos é elevado para 30 – 32%. Na autoclavagem, ocorre a gelatinização dos grãos devido à elevação da temperatura para 110 – 120 °C, com pressões entre 0,5 – 1,2 kgf.cm⁻², por 10 – 30 min. O processo é finalizado com a etapa de secagem, que é conduzida até os grãos atingirem umidade adequada para o armazenamento seguro (13%). Nessa etapa ocorre a conclusão da gelatinização e a retrogradação (perda de água) dos grânulos de amido (AMATO & ELIAS, 2005). A elevação da temperatura da massa de grãos pode ser obtida com o uso da radiação infravermelha. A radiação infravermelha penetra no grão e a energia da radiação se converte em calor (GINZBURG, 1969).

Likitattanaporn e Noomhorm (2011) estudaram o processo simultâneo de gelatinização e secagem de arroz por aquecimento com radiação infravermelha, variado o tempo de exposição à radiação (3 a 23 min) em um sistema com potência de 2100 W. Os autores relataram que os grãos expostos a partir de 10 min ao infravermelho apresentaram propriedades viscoamilográficas semelhantes ao arroz parboilizado, mostrando que o aquecimento por radiação infravermelha pode gelatinizar o arroz.

Sendo assim, visando otimizar o processo de gelatinização de arroz com radiação infravermelha, o presente estudo objetivou avaliar a influência da temperatura e do tempo de aquecimento com radiação infravermelha no tempo de cocção e na dureza dos grãos de arroz.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados grãos de arroz da cultivar IRGA 424 cultivados no município de Jaguarão, Rio Grande do Sul, Brasil, na safra 2017/2018. Após a colheita, os grãos foram transportados para o Laboratório de Pós-colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos. Foram secos até 13% de umidade e armazenados a 16 °C até realização do experimento.

No encharcamento, os grãos (130 g) foram imersos em água a 65 °C por 5,5 horas em um

¹ Graduando em Agronomia, UFPel, Av. 20 de Setembro, 673, Canguçu-RS, CEP 96600-000, henriqueneutzling@hotmail.com

² Graduando em Agronomia, UFPel, bernardoprestes9@gmail.com

³ Engenheiro Agrícola, Mestrando, UFPel, newton.silva.timm@hotmail.com

⁴ Engenheiro Agrônomo, Mestre, UFPel, adriano.hirsch@hotmail.com

⁵ Engenheiro Agrônomo, Doutor, UFPel, cristiano.d.f@hotmail.com

⁶ Engenheiro Agrônomo, Professor Doutor, UFPel, mauricio@labgraos.com.br

tanque laboratorial (Dubnoff Microprocessado - Q226M, Brasil). A gelatinização foi realizada com aquecimento dos grãos por uma fonte de radiação infravermelha (Gibertini, modelo 125962, Itália). Foram aplicados diferentes tempos (2, 6, 10 e 14 min) e diferentes temperaturas (80, 100, 120 e 140 °C) de irradiação com profundidade da massa de grãos de 15 mm. Após a gelatinização os grãos foram secos em estufa, com circulação de ar a 40 °C, até 13% de umidade. Os grãos secos foram armazenados por 30 dias, em câmara fria a 16 °C para que fossem equilibradas as tensões internas originadas durante secagem.

Os grãos foram descascados e polidos em engenho de provas Zaccaria (Modelo PAZ-1-DTA, São Paulo, Brasil). O tempo de cocção (min) do arroz parboilizado e a dureza (g) dos grãos após o cozimento foi determinado conforme Juliano e Bechtel (1985).

Os efeitos das variáveis independentes (tempo e temperatura) no tempo de cocção e na dureza dos grãos foram avaliados pela metodologia de Superfície de Resposta, com um planejamento fatorial completo (4²) com dezesseis tratamentos, ambos os experimentos foram realizados em duplicata. As variáveis independentes foram temperatura (X₁) e tempo de irradiação (X₂). Os resultados dos experimentos foram submetidos à análise de regressão através do software Statistica 6.0 (StatSoft, EUA), com fatores significantes ao nível de 95%. Por meio do modelo estatístico de segunda ordem (Equação 1), foram otimizados os resultados que apresentaram efeitos significativos (P < 0,05) a partir dos valores absolutos do Diagrama de Pareto. As superfícies de resposta foram realizadas através da equação polinomial quadrática ajustada obtida,

$$Y_n = b_0 + b_1X_1 + b_{11}X_1^2 + b_2X_2 + b_{22}X_2^2 + b_{12}X_1X_2 \quad (1)$$

sendo b₀ o valor médio das respostas, b₁ e b₁₁ os coeficientes de regressão do modelo estatístico, X₁ a temperatura, X₂ o tempo de exposição e Y_n são as respostas (tempo de cocção e dureza) que foram significativas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1. Matriz de planejamento fatorial (4²) com 16 tratamentos e os resultados do tempo de cocção e dureza de grãos de arroz gelatinizados por aquecimento com radiação infravermelha

Tratamentos	Temperatura (°C)	Tempo (min)	Tempo de cocção (min)	Dureza (g)
1	80	2	14,96 ± 0,44	4985,20 ± 740,38
2	80	6	14,50 ± 0,71	4681,49 ± 582,01
3	80	10	14,51 ± 0,47	4217,79 ± 368,67
4	80	14	20,25 ± 1,77	3120,07 ± 234,11
5	100	2	19,17 ± 0,23	3946,18 ± 683,92
6	100	6	19,25 ± 0,35	3731,94 ± 268,09
7	100	10	17,92 ± 0,12	3984,37 ± 303,75
8	100	14	18,75 ± 0,35	3945,63 ± 443,89
9	120	2	18,46 ± 0,06	4067,25 ± 330,86
10	120	6	18,17 ± 0,23	3775,27 ± 324,49
11	120	10	19,63 ± 0,18	3974,97 ± 364,44
12	120	14	18,50 ± 0,71	3792,51 ± 334,73
13	140	2	19,04 ± 1,00	3943,01 ± 362,35
14	140	6	19,75 ± 0,35	3743,65 ± 474,17
15	140	10	18,50 ± 0,00	3973,64 ± 262,91
16	140	14	18,00 ± 0,00	3745,71 ± 393,05

Na Tabela 1 são apresentados os resultados de tempo de cocção e dureza de grãos de arroz gelatinizados com radiação infravermelha em diferentes temperaturas e tempos de exposição a

radiação. O tempo de cocção dos grãos variou de 14,50 a 20,25 min nas condições de gelatinização de 80 °C/6 min e 80 °C/14 min, respectivamente. A dureza variou de 3120,07 g a 4985,20 g nas condições de gelatinização de 80 °C/14 min e 80 °C/2 min, respectivamente.

Na Tabela 2 são apresentados valores absolutos dos efeitos obtidos pelo Diagrama de Pareto. No tempo de cocção o efeito linear e positivo da temperatura ($X_1(L)$) foi a variável que mais influenciou, seguido do efeito da interação entre as variáveis ($X_1 \times X_2$) e do efeito quadrático da temperatura ($X_1(Q)$). No tempo de cocção não foram observados o efeito isolado do tempo de exposição dos grãos a radiação infravermelha. Na dureza dos grãos o efeito da interação entre as variáveis ($X_1 \times X_2$) apresentou a maior influência, seguido do efeito linear e negativo do tempo de exposição ($X_2(L)$) e do efeito linear e negativo da temperatura ($X_1(L)$). Na Tabela 3 são apresentadas as equações polinomiais que expressam os resultados para as variáveis Y_1 (Tempo de cocção) e Y_2 (Dureza), em função dos efeitos significativos apresentados (Tabela 2).

Tabela 2. Valores absolutos dos efeitos padronizados do Diagrama de Pareto nas variáveis temperatura (X_1) e do tempo (X_2)

	Tempo de cocção (min)	Dureza (g)
X_1	4,13*	-3,51*
X_1^2	-2,91*	1,95 ^{NS}
X_2	1,39 ^{NS}	-4,98*
X_2^2	1,28 ^{NS}	-0,88 ^{NS}
$X_1 \times X_2$	-3,23*	5,32*
F_{cal}/F_{tab}	3,06	6,16

* Efeito significativo; ^{NS} Efeito não significativo.

Tabela 3. Modelos polinomiais para expressar os resultados das variáveis Y_n em função da temperatura (X_1) e tempo de gelatinização (X_2)

Variável	Equação
Tempo de cocção (min)	$Y_1 = 18,53 + 1,26X_1 - 1,49X_1^2 - 1,33X_1X_2$ (1)
Dureza (g)	$Y_2 = 3925,63 - 179,77X_1 - 254,80X_2 + 364,87X_1X_2$ (2)

Na Figura 1 são apresentadas as superfícies de respostas do tempo de cocção e dureza de arroz gelatinizado por aquecimento com radiação infravermelha. Foi observado uma tendência de menor tempo de cocção nas menores temperaturas e tempos de irradiação (Figura 1A). Nessas condições não ocorreu a gelatinização dos grãos, pois o arroz parboilizado apresenta tempo de cocção superior ao arroz branco polido (PARAGINSKI et al., 2014).

Foi observado uma tendência de maior dureza quando os grãos foram submetidos as menores temperaturas e tempos de irradiação, referente aos tratamentos que não gelatinizaram os grãos (Figura 1B). Esses resultados estão de acordo com Timm (2018), que estudou os efeitos da secagem de arroz parboilizado por radiação infravermelha em diferentes temperaturas (70, 100 e 130 °C) e profundidades da camada de grãos (5, 10 e 15 mm). O autor reportou que na condição de secagem com menor tempo de exposição a radiação infravermelha (18 min) foi a condição que apresentou a menor dureza dos grãos. Keshavalu et al. (2017) estudaram os efeitos da secagem de arroz parboilizado com micro-ondas em diferentes potências de aquecimento (180 a 720 W) e profundidade da camada de grãos (10 a 60 mm). Esses autores reportaram que de acordo com o aumento da potência, houve redução da dureza dos grãos.

O processo de parboilização convencional aumenta a dureza dos grãos de arroz após a cocção, em relação ao arroz branco polido (PARAGINSKI et al., 2014). Porém, o aquecimento com radiação infravermelha reduz a dureza dos grãos de arroz gelatinizados, principalmente nas

condições mais intensas de radiação.

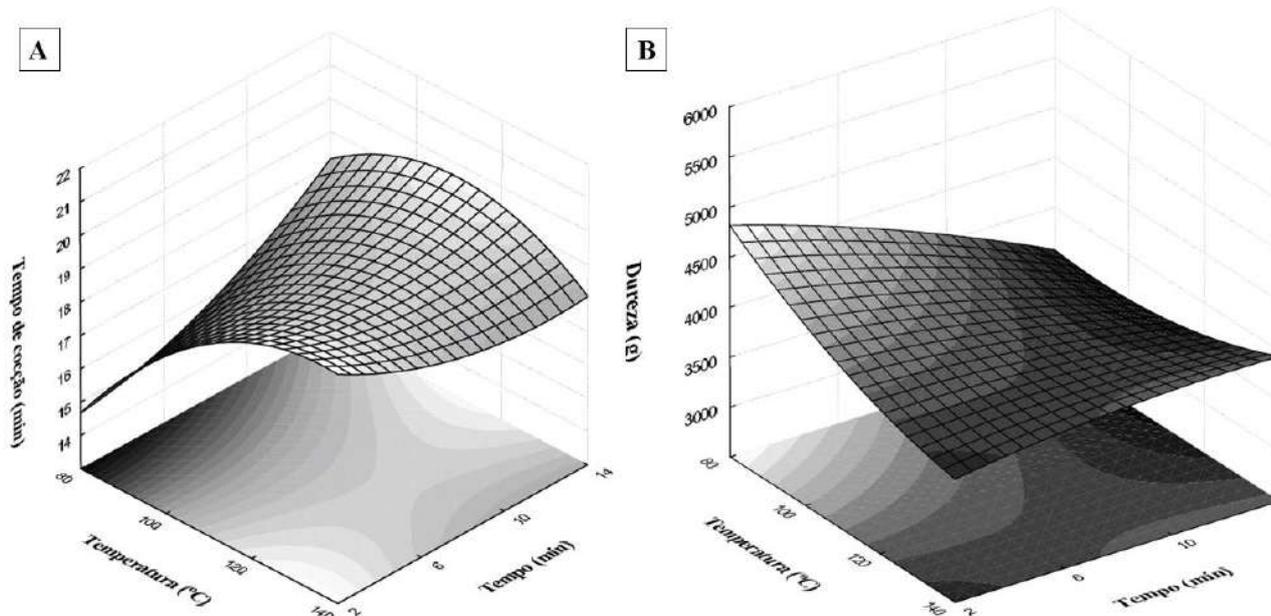


Figura 1. Superfícies de respostas do tempo de cocção (A) e da dureza (B) de arroz em função da temperatura e do tempo de gelatinização

CONCLUSÃO

Grãos de arroz gelatinizados por radiação infravermelha apresentam maior tempo de cocção e menor dureza após a cocção em relação aos grãos não gelatinizados.

AGRADECIMENTOS

CAPES, FAPERGS, CNPq, SCT-RS, Polo de Inovação Tecnológica em Alimentos da Região Sul

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMATO, G.W.; ELIAS, M.C. **A Parboilização do Arroz**. 1. ed. Porto Alegre: Editor Ricardo Lenz Ziede, 2005. v.1, 160p.
- BHATTACHARYA, K.R. **Rice quality: a guide to rice properties and analysis**. Woodhead Publishing Ltd., Sawston: Cambridge, UK, 2011.
- GINZBURG, A. S. **Application of infrared radiation in food processing**. Chemical process engineering series. London: Leonard Hill Books, 1969.
- JULIANO, B. O.; BECHTEL, D. B. **The rice grain and its gross composition**. In: Rice: Chemistry and Technology. **American Association of Cereal Chemists**. New Orleans, MN, USA: E.T. Champagne, 1985. p. 17-57.
- KESHAVALU.; KHAN, S.; AMARESH.; CHANDRASHEKHAR.; SEN, R. Effect of milling quality and hardness of parboiled paddy under microwave drying. **Current Journal of Applied Science and Technology**, v. 23, n. 5, p. 1-6, 2017.
- LEETHANAPANICH, K.; MAUROMOUSTAKOS, A.; WANG, Y-J. Impacts of parboiling conditions on quality characteristics of parboiled commingled rice. **Journal of Cereal Science**, v. 69, p. 283-289, 2016.
- LIKITRATTANAPORN, C.; NOOMHORM, A. Effects of simultaneous parboiling and drying by infrared radiation heating on parboiled rice quality. **Drying Technology**, v.29, n. 9, p. 1066-1075, 2011.
- PARAGINSKI, R. T.; ZIEGLER, V.; TALHAMENTO, A.; ELIAS, M.C. Propriedades tecnológicas e de cocção em grãos de arroz condicionados em diferentes temperaturas antes da parboilização. **Brazilian Journal of Food**

Technology, Campinas, 2014. v. 17, n. 2, p. 146-153.

TIMM, Newton da Silva. **Secagem de arroz parboilizado com radiação infravermelha: comportamento cinético e aspectos de qualidade**. 2017. 45f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrícola) – Curso de Engenharia Agrícola, Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.