

EFEITOS DAS CONDIÇÕES DE AUTOCLAVAGEM NOS PERFIS BRANQUIMÉTRICO E COLORIMÉTRICO DE GRÃOS DE ARROZ

Léster Amorim Pinheiro¹; Igor da Silva Lindemann²; Ricardo Scherer Pohndorf³; Jeferson Cunha da Rocha⁴; James Bunde⁵; Vinicius Storch⁵; Moacir Cardoso Elias⁶

Palavras-chave: parboilização, branca, Cultivar BRS Pampa.

INTRODUÇÃO

No Brasil, o arroz parboilizado vem ganhando grande importância nos últimos anos, representando aproximadamente 25% do consumo de grãos de arroz. O processo de parboilização baseia-se no tratamento hidrotérmico a que o arroz em casca é submetido, pela ação tão somente da água e do calor, sem qualquer agente químico (AMATO e ELIAS, 2005).

O processo de parboilização se dá em três etapas: encharcamento, tratamento por vapor (autoclavagem) e secagem. Todas as etapas impactam diretamente na qualidade do produto final (ELIAS et al., 2012). A gelatinização e a posterior retrogradação do amido reestruturam os grãos, reduzindo as quebras e as perdas no polimento, aumentando o rendimento industrial e a vida de prateleira do arroz parboilizado. No processo, a água migra para dentro do endosperma do grão, arrastando compostos hidrossolúveis que são fixados pela etapa da autoclavagem, aumentando seu valor nutritivo em comparação com o arroz branco (AMATO e ELIAS, 2005).

A parboilização provoca algumas modificações nos grãos, entre elas destaca-se a cor. Bhattacharya e Subba (1966) concluíram que a cor dos grãos é afetada diretamente pela drasticidade do processo hidrotérmico, tanto na etapa de encharcamento quanto na autoclavagem. Essas modificações podem ocorrer pela migração de compostos para o interior do grão e também pela reação de Maillard (LAMBERT et al, 2008).

A cor do arroz é um importante parâmetro sensorial, já que em muitas regiões quanto mais claro o grão for beneficiado maior o seu valor de mercado (KENNEDY et al., 2002; LAMBERTS et al., 2008). Diferenças varietais também influenciam na cor e no padrão de cozimento de grãos parboilizados (BHATTACHARYA e SUBBA, 1966). A cultivar BRS Pampa foi lançada em 2011 pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, com características de alta produtividade e qualidade dos grãos. Por sua reconhecida qualidade, a adoção da cultivar BRS Pampa dobrou de 2015 para 2016, no estado do Rio Grande do Sul (EMBRAPA, 2017). Entretanto, nenhum estudo de qualidade industrial na parboilização de arroz dessa cultivar foi encontrado.

O objetivo neste estudo foi avaliar os perfis branquimétrico e colorimétrico dos grãos de arroz (cultivar BRS Pampa) submetidos a condições de tempo e pressões de autoclavagem, no processo de parboilização.

MATERIAL E MÉTODOS

¹ Químico de alimentos, Mestrando do Curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de alimentos do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas – UFPEL. Laboratório de Grãos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário - UFPEL, s/n, CEP 96010-900 - Caixa Postal 354 - Pelotas/RS, Fone: (53) 3275-7258 E-mail: lesterapinheiro@gmail.com.

² Engenheiro Agrônomo, Mestrando do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas – UFPEL.

³ Engenheiro Agrícola, Pós-Doutorando do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas – UFPEL.

⁴ Engenheiro Agrícola, Doutorando do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas – UFPEL.

⁵ Graduando do Curso Superior de Agronomia – FAEM - UFPEL.

⁶ Eng. Agr., Dr., Professor e Coordenador do Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos, Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, FAEM – UFPEL.

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos, do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial - DCTA, Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas – UFPEL. As amostras de arroz foram obtidas na Embrapa Produtos e Mercados, a partir de excedentes de sementes da cultivar BRS Pampa que não foram comercializadas.

Amostras (50 g) foram acondicionadas em sacos de filó, identificadas e colocadas em béqueres. Foi adicionada água deionizada na proporção de 1:1,6 (arroz:água) e levados ao banho-maria. Ajustou-se a temperatura do banho de acordo com a temperatura interna da amostra, verificada em todos os ensaios. Após a determinação da relação binária tempo:temperatura de encharcamento, amostras contendo 1,5 kg de arroz foram submetidas ao encharcamento e levadas a autoclavagem. O processo de autoclavagem foi realizado em autoclave vertical segundo ELIAS (1998), utilizando pressões de 0,4, 0,6 e 0,8 kgf cm⁻² e tempos de autoclavagem de 10 e 15 min. Após a parboilização, as amostras foram secas em secador de bandejas, na temperatura de 40°C até a umidade de 13%. O descascamento e o polimento dos grãos de arroz parboilizados foram realizados em engenho de provas ZACCARIA, modelo PAZ-2-DTA, segundo adaptações realizadas na metodologia desenvolvida por ELIAS (1998) e o polimento foi ajustado para remoção de 4 a 7% de farelo.

As análises de perfil branquimétrico foram realizadas em Branquímetro Zaccaria, modelo MBZ-1, e as avaliações foram realizadas conforme recomendações do fabricante. O perfil colorimétrico foi realizado em Colorímetro Minolta Chromameter, modelo CR-300, usando sistema CIEL*a*b*, onde os valores de luminosidade (L*) variam entre zero (preto) e 100 (branco), os valores das coordenadas de cromaticidade a* e b*, variam de: -a* (verde) até +a* (vermelho), e de: -b* (azul) até +b* (amarelo). A diferença de cor ΔE foi obtida em relação a uma amostra de arroz integral e polido, não parboilizado. O grau de gelatinização foi determinado baseado no princípio da luz polarizada (AMATO e SILVEIRA, 1991).

Foi realizada a análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey, a 5% de significância ($p < 0,05$), através do programa Statística 7.0 (STATSOFT, 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de brancura e transparência dos grãos integrais e polidos submetidos as condições de autoclavagem estão apresentados na Tabela 01.

Tabela 1. Perfil branquimétrico de arroz parboilizado (cultivar BRS Pampa) em função das condições de autoclavagem.

Subgrupo	Tempo (min)	Pressão (kgf cm ⁻²)	Transparência (%)	Brancura (%)
<i>Parboilizado integral</i>	10	0,4	1,01±0,05 ^a	30,65±0,65 ^a
	10	0,6	1,01±0,03 ^a	30,50±0,79 ^a
	10	0,8	0,99±0,02 ^a	30,93±0,38 ^a
	15	0,4	0,97±0,02 ^a	30,43±0,64 ^a
	15	0,6	0,99±0,01 ^a	30,78±0,71 ^a
	15	0,8	0,98±0,03 ^a	28,80±0,13 ^b
<i>Parboilizado Polido</i>	10	0,4	2,71±0,15 ^a	60,50±0,62 ^a
	10	0,6	2,68±0,09 ^a	60,73±0,51 ^a
	10	0,8	2,46±0,06 ^a	55,48±0,68 ^{bc}
	15	0,4	2,71±0,11 ^a	61,45±0,97 ^a
	15	0,6	2,68±0,11 ^a	59,03±0,48 ^{ab}
	15	0,8	2,37±0,06 ^a	53,70±0,99 ^c

*Valor médio ± desvio padrão. Letras diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os valores de transparência não diferiram significativamente ($p>0,05$) com o aumento do tempo e da temperatura de autoclavagem na parboilização do arroz. Os valores de brancura do arroz parboilizado integral reduziram somente no tratamento mais intenso, utilizando maior pressão por um tempo maior. Para o arroz parboilizado polido, os valores de brancura diminuíram com o aumento da pressão. Não foi observada diferença significativa nos valores de brancura entre as pressões 0,4 e 0,6 kgf cm^{-2} . Os resultados de brancura foram semelhantes aos apresentados na literatura (BHATTACHARYA e SUBBA, 1966; ARNS et al., 2014). Entretanto, valores mais baixos de brancura foram encontrados por Parnsakhorn (2008), na faixa entre 43,63 e 37,57%, em diferentes cultivares originárias da Tailândia. Essa diferença pode ser vista como positiva para a cultivar em estudo, visto que a cor mais amarelada do arroz parboilizado é um atributo que prejudica sua aceitação no mercado (LAMBERTS et al., 2008; AMATO e ELIAS, 2005).

Na Tabela 02 estão apresentados os valores relativos ao perfil colorimétrico do arroz submetido a diferentes condições de parboilização. Não foi observado diferença significativa entre os valores de L (luminosidade) e a^* (vermelho), para os grãos de arroz parboilizado integral. No valor de b^* e no valor de ΔE (diferença total de cor) ocorreu um aumento significativo ($p<0,05$) em função da maior intensidade da parboilização.

Tabela 2. Perfil colorimétrico de arroz parboilizado (cultivar BRS Pampa) em função das condições de autoclavagem.

Subgrupo	Tempo (min)	Pressão (kgf cm^{-2})	L*	a^*	b^*	ΔE^*
<i>Parboilizado integral</i>	10	0,4	60,3±1,1 ^a	2,4±0,1 ^a	20,1±0,1 ^b	5,9±1,6 ^c
	10	0,6	58,1±0,7 ^a	2,1±0,2 ^a	19,4±0,6 ^b	7,0±2,3 ^{abc}
	10	0,8	57,7±1,3 ^a	2,0±0,1 ^a	20,4±0,4 ^{ab}	7,8±1,1 ^{ab}
	15	0,4	58,6±1,2 ^a	2,2±0,1 ^a	19,4±0,2 ^b	6,5±1,7 ^{bc}
	15	0,6	58,6±0,1 ^a	2,1±0,1 ^a	20,4±0,2 ^{ab}	6,9±1,5 ^{abc}
	15	0,8	57,7±0,1 ^a	2,1±0,1 ^a	21,5±0,4 ^a	8,2±1,0 ^a
<i>Parboilizado Polido</i>	10	0,4	64,4±0,6 ^a	-0,7±0,1 ^a	12,3±0,1 ^c	6,5±1,7 ^c
	10	0,6	62,9±0,4 ^a	-0,9±0,1 ^b	12,4±0,3 ^c	7,8±1,4 ^{bc}
	10	0,8	63,8±1,1 ^a	-1,2±0,1 ^c	14,4±0,1 ^b	8,1±1,8 ^b
	15	0,4	64,6±0,1 ^a	-1,1±0,1 ^{bc}	12,9±0,1 ^c	6,5±1,5 ^c
	15	0,6	63,7±1,1 ^a	-1,3±0,1 ^{cd}	13,5±0,1 ^{bc}	7,6±1,4 ^{bc}
	15	0,8	62,9±2,1 ^a	-1,4±0,1 ^d	17,0±0,7 ^a	10,7±1,5 ^a

*Valor médio ± desvio padrão. Letras diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($p<0,05$). L: Luminosidade, a: cromaticidade b: cromaticidade, ΔE : diferença de cor.

Após o polimento, também não se observou aumento nos valores de L, entretanto houve aumento significativo ($p<0,05$) nos resultados de a^* , b^* e ΔE , principalmente em relação a pressão, promovendo assim a cor mais amarelada aos grãos. Essa mudança se dá devido a reação de Maillard, pela migração de compostos hidrossolúveis ou ainda pela formação de melanoidinas devido à oxidação de fenóis (LAMBERTS et al., 2008; ZANÃO et al., 2009).

O grau de gelatinização indica intensidade do processo de parboilização, podendo servir como parâmetro para controlar as variáveis do processo. A Tabela 3 relaciona o tempo e a pressão de autoclavagem com o percentual de grãos gelatinizados. Da mesma forma como ocorreu com a diferença de cor (ΔE), a medida que se aumentou o tempo e a pressão de autoclavagem, o percentual de grãos gelatinizados aumentaram. Para todas as condições de autoclavagem, no mínimo 34% do grão foi gelatinizado e foram encontrados valores de 100% na pressão de 0,8 kgf cm^{-2} , garantindo assim uma gelatinização completa nos grãos de arroz.

Tabela 3. Grau de gelatinização de arroz parboilizado polido (cultivar BRS Pampa) em função das condições de autoclavagem.

Tempo (min)	Pressão (kgf cm ⁻²)	Grau de gelatinização		
		0 a 33% do grão*	34 a 66% do grão*	67 a 100% do grão*
10	0,4	0±0 ^a	22±2 ^a	78±2 ^d
10	0,6	0±0 ^a	16±1 ^b	84±2 ^c
10	0,8	0±0 ^a	0±0 ^d	100±0 ^a
15	0,4	0±0 ^a	26±3 ^a	74±3 ^d
15	0,6	0±0 ^a	4±1 ^c	96±3 ^b
15	0,8	0±0 ^a	0±0 ^d	100±0 ^a

*Valor médio ± desvio padrão. Letras diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes pelo teste de Tukey (p<0,05).

CONCLUSÃO

A temperatura e a pressão de autoclavagem no processo de parboilização de arroz influenciaram diretamente no perfil branquiométrico, perfil colorimétrico e no grau de gelatinização. Para estes parâmetros de qualidade, a pressão de 0,8 kgf cm⁻² foi a mais adequada para parboilizar grãos de arroz da cultivar BRS Pampa.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), à Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul (SCTRS) e ao Polo de Inovação Tecnológica em Alimentos da Região Sul (Polo de Alimentos).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMATO, G. W.; SILVEIRA, S. **Parboilização de arroz no Brasil**. Porto alegre: Cientec, 1991. p.91.
- AMATO, G.W; ELIAS, M.C. **A parboilização do arroz**. Porto Alegre Ricardo Lenz editor, 160p., 2005.
- BHATTACHARYA, K. R., and SUBBA Rao, P. V. 1966. Processing conditions and milling yield in parboiling of rice. **J. Agric. Food Chem.** 14: 473-475.
- ELIAS, M.C. **Efeitos da espera para secagem e do tempo de armazenamento na qualidade das sementes e grãos do arroz irrigado**. Pelotas, Tese (Doutorado) 164f. 1998.
- ELIAS M. C. et al. **Qualidade de arroz da pós-colheita ao consumo**. Ed. Universitária da UFPEL, 2012. 638 p.
- EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária: **arroz irrigado-brs pampa**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br>> Acesso em 25 de maio de 2017.
- KENNEDY, G.; BURLINGAME, B.; NGUYEN, N. Nutrient impact assessment of rice in major rice-consuming countries. **International Rice Commission Newsletter**, v.51, p.33-42, 2002.
- LAMBERTS, L.; et al. Impact of parboiling conditions on Maillard precursors and indicators in long-grain rice cultivars. **Food Chemistry**, v. 110, p.916–922, 2008.
- PARNSAKHORN, S.; NOOMHORN, A. Changes in physicochemical properties of parboiled brown rice during heat treatment. **Agricultural Engineering International: CIGR Journal**, 2008.
- ARNS, Bruna et al. The effects of heat–moisture treatment of rice grains before parboiling on viscosity profile and physicochemical properties. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 49, n. 8, p. 1939-1945, 2014.
- ZANÃO, C. F. P. et al. Efeito da irradiação gama nas características físicoquímicas e sensoriais do arroz (*Oryza sativa* L.) e no desenvolvimento de *Sitophilus oryzae* L. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 29(1): 46-55, 2009
- GOMES, A. da S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. de. (Ed.). **Arroz irrigado no sul do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004.
- SILVA, J. G. da; CUSTÓDIO, D. P. Colheita. In: BORÉM, A.; NAKANO, P. H. (Ed.). **Arroz: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2015. p. 220-242.