

INTENSIDADE DE GELATINIZAÇÃO E EFEITOS EM PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS E FÍSICO-QUÍMICAS DE ARROZ PARBOILIZADO¹

[Eliane Figueiredo Lemke²; Guilherme Hemp Osterberg³; Marcelo da Rosa Araujo⁴; Antônia Medeiros Dias⁴; Ana Carolina Cabaldi Citrini⁴; Davi Araujo Bembo⁴; Rosana Colussi⁵; Moacir Cardoso Elias⁶]

Palavras-chave: [*Oryza sativa* L., parboilização do arroz, amido, cor, hidroximetilfurfural livre]

INTRODUÇÃO

[O arroz (*Oryza sativa* L.) está presente na dieta básica de mais da metade da população mundial, principalmente nos países em desenvolvimento, por ser uma fonte de energia barata (DHITAL et al., 2015). A parboilização do arroz é um processo hidrotérmico, onde ocorrem três mudanças importantes na estrutura do grão, a (1) migração de componentes periféricos para o interior do grão, (2) inativação de enzimas e (3) gelatinização do amido (VANIER et al., 2015).

A coloração âmbar e a tonalidade variando de muito pálido a escuro após a parboilização do arroz são resultantes das condições do processo. Essas alterações que ocorrem nos grãos interferem na aceitação pelos consumidores e são consequência da Reação de Maillard (RM), principalmente, a qual ocorre pela condensação nucleofílica entre os grupos carbonila de açúcares redutores e os grupos amino livres de aminoácidos, relatava Hodge, em 1953. Melhorias introduzidas no processo e principalmente nos tratamentos da matéria-prima e de conceitos associados a boas práticas de fabricação, melhoraram muito a qualidade e a aceitabilidade do arroz parboilizado, que passou no Brasil de cerca de 5% do consumo para mais de 25% nos últimos anos (AMATO e ELIAS; 2005; ELIAS et al., 2015; OLIVEIRA e AMATO, 2021).

A cinética da RM é influenciada pelos parâmetros de tempo e temperatura de processamento do alimento, bem como por fatores inerentes ao mesmo, como pH, atividade de água (aw), estrutura e quantidade de aminoácidos e açúcares redutores livres e pela presença de íons metálicos. O monitoramento da intensidade da RM em arroz parboilizado e outros cereais pode ser realizado através da quantificação dos níveis de açúcares redutores, furosina e hidroximetilfurfural (HMF) livre (LAMBERTS et al., 2008; RUFÍAN-HENARES e PASTORIZA, 2016).

O HMF é considerado um indicador de qualidade na indústria de alimentos, uma vez que seus níveis fornecem evidências de superaquecimento durante o processamento ou condições inadequadas de armazenamento. A quantificação de HMF tem sido utilizada no controle da RM vários alimentos, entre eles, no arroz parboilizado (LAMBERTS et al., 2008; RANNOU et al., 2016; VILLANOVA et al., 2017). Em particular, o arroz parboilizado é um produto chave para o desenvolvimento da RM devido ao seu teor de umidade médio e altas temperaturas utilizadas no processo de parboilização.

Estudos vêm sendo realizados na busca de melhores condições no processo de parboilização que possam preservar a estrutura e as propriedades químicas dos grãos, porém ainda faltam na literatura estudos que abordem a influência do grau de gelatinização do amido na qualidade dos grãos. Por isso, objetivou-se com esse estudo, avaliar efeitos de diferentes graus de gelatinização do amido nas propriedades químicas e físicas em grãos de arroz parboilizados.]

¹ Trabalho realizado no Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos da Faculdade de Agronomia da FAEM-UFPEL.

² Bel. Química de Alimentos, Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Doutoranda do PPGCTA-UFPEL. E-mail: elianelemke@outlook.com.

³ Acadêmico de Agronomia da FAEM-UFPEL, Bolsista de IT da UFPEL. E-mails: guilhermeosterberg@gmail.com.

⁴ Acadêmicos de Agronomia da FAEM-UFPEL. E-mails: marcelinhoshady@hotmail.com; carolacabaldicitrini@gmail.com; antonia.medeiros.dias3@gmail.com; davibembo1971.db@gmail.com.

⁵ Engenheira de Alimentos, Dra. em Ciência e Tecnologia de Alimentos., Professora PPGCTA-UFPEL. E-mail: rosana_colussi@yahoo.com.br

⁶ Engenheiro Agrônomo, Dr em Agronomia., Professor PPGCTA-UFPEL. E-mail: eliasmc@uol.com.br

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados grãos de arroz parboilizado, da classe de grão longo fino, agulhinha, produzidos por indústrias do sul do Brasil, escolhidas aleatoriamente entre detentoras e não detentoras do Selo de Qualidade da ABIAP (Associação Brasileira das Indústrias de Arroz Parboilizado). As amostras de análises foram preparadas pela mistura homogênea de arroz obtido no mercado, estando presentes sete das dez empresas maiores beneficiadoras de arroz do Rio Grande do Sul, de modo a contemplar a estratificação entre indústrias de grande, médio e pequeno porte.

A gelatinização do amido nos grãos foi avaliada de acordo com o método da luz polarizada (AMATO, 1991), descrito no Boletim Técnico Nº 5 da CIENTEC. O perfil branquimétrico foi determinado em branquímetro Zaccaria (modelo MBZ-1, Indústria de Máquinas Zaccaria S/A) utilizando escala própria, em unidade de GBZ. O perfil colorimétrico dos grãos polidos foi avaliado em um colorímetro (Minolta CR-400, Osaka, Japão), utilizando os parâmetros de cor CIELAB (valor L*, valor a* e valor b*). O teor de hidroximetilfurfural (HMF) livre foi determinado conforme descrito por Lamberts et al. (2008) sendo a quantificação realizada através de curva de calibração externa com padrão de HMF e os resultados expressos em ppm. A composição centesimal foi determinada utilizando espectrômetro de infravermelho próximo (NIR), modelo DS2500-FOSS®. As dimensões dos grãos: comprimento, largura e espessura foram determinadas com uso de paquímetro.

Os resultados foram analisados através da Análise de Variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste t a 5% de significância utilizando o software SAS.]

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A brançura do arroz foi significativamente reduzida pela intensificação da gelatinização do amido. As variáveis a* e b*, que mostraram tendência a coloração amarelada e esverdeada, respectivamente, aumentaram com o aumento do grau de gelatinização (Tabela 1). O teor de HMF livre aumentou com o aumento da intensidade de gelatinização. Aumentos na intensidade do processo de parboilização, como maior temperatura de imerção e longa duração de gelatinização, podem favorecer o escurecimento dos grãos (TAGHINEZHAD et al., 2016; LEETHANAPANICH, MAUROMOUSTAKOS e WANG, 2016).

Tabela 1. Brançura, colorimetria e teor de hidroximetilfurfural (HMF) livre de arroz branco e parboilizado

Tratamento	Brançura (GBZ)	Variáveis colorimétricas			HMF livre (ppm)
		L*	a*	b*	
Parboilizado – gelatinização de 1/3 a 1/2 do grão	26,93±0,26 a	60,15±1,15 a	-0,73±0,11 b	15,98±0,70 b	109,44±0,0067 a
Parboilizado – gelatinização de 3/4 a todo o grão	23,26±0,21 b	60,01±2,70 a	-0,17±0,08 a	17,85±0,84 a	112,66±0,0087 a
Coefficiente de variação (%)	1,16	2,75	25,53	4,99	7,64
Coefficiente de determinação (%)	99,79	84,24	81,39	94,41	97,10

Médias seguidas por letras diferentes na coluna indicam diferença estatística pelo teste t ($p < 0,05$) entre os diferentes tratamentos.

Efeitos da intensidade de gelatinização do amido na parboilização do arroz sobre as dimensões dos grãos são apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Parâmetros de avaliação dimensional dos grãos de arroz parboilizado

Tratamento	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Espessura (mm)
Parboilizado – gelatinização de 1/3 a 1/2 do grão	6,80±0,36 a	2,04±0,13 a	1,73±0,07 a
Parboilizado – gelatinização de 3/4 a todo o grão	6,57±0,38 b	2,00±0,14 a	1,63±0,11 b
Coefficiente de variação (%)	5,42	8,10	5,63
Coefficiente de determinação (%)	15,54	14,94	15,13

Médias seguidas por letras diferentes na coluna indicam diferença estatística pelo teste t ($P < 0,05$) entre os diferentes tratamentos

Verifica-se, pela observação dos dados dimensionais, que o aumento da intensidade de gelatinização provocou redução no comprimento, mas não alterou as dimensões espessura e largura dos grãos. Mudanças em dimensões dos grãos podem estar relacionada ao processo de beneficiamento empregado pelas indústrias, pois quanto maior for a intensidade de polimento empregada, menores serão as dimensões dos grãos. Monks et al. (2008), entretanto, relatam que o aumento da pressão de autoclavagem não alterou o peso de mil grãos.

Reduções nas dimensões ou na massa específica dos grãos podem representar perdas significativas para a indústria do setor (MENEGHETTI et al., 2005).

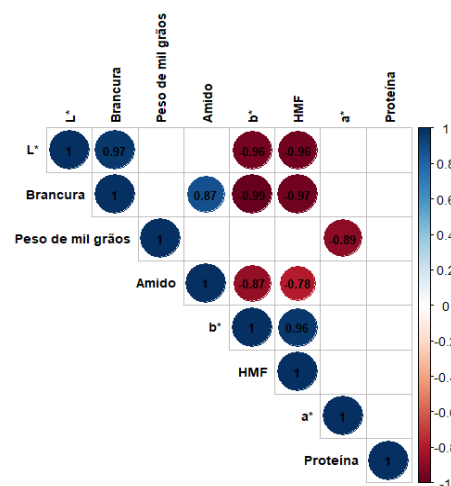
A composição centesimal dos grãos de arroz beneficiados com duas intensidades de gelatinização no processo industrial de parboilização é apresentada na tabela 3.

Tabela 3. Composição centesimal (%) em função da intensidade de gelatinização do amido

Tratamentos	Proteínas	Lipídeos	Fibra bruta	Cinzas	Amido	Umidade
Parboilizado gelatinização de 1/3 a 1/2 do grão	6,83±0,11 b	2,45±0,05 a	1,80±0,05 b	1,44±0,02 b	69,33±0,13 a	13,30±0,04 a
Parboilizado gelatinização de 3/4 a todo o grão	7,46±0,21 a	2,58±0,16 a	1,95±0,02 a	1,51±0,02 a	68,10±0,33 b	13,48±0,17 a
Coefficiente de variação (%)	2,18	4,62	1,96	1,25	0,31	0,84
Coefficiente de determinação (%)	84,08	96,80	80,77	95,02	95,20	88,70

Médias seguidas por letras diferentes na coluna indicam diferença estatística pelo teste t ($P < 0,05$) entre os diferentes tratamentos.

A intensidade de gelatinização na parboilização influenciou significativamente a composição química básica dos grãos, com incrementos nos teores de cinzas, indicando maior retenção de minerais, os quais estão contidos em maiores concentrações no gérmen e células aleurônicas e migram por difusão para o interior da cariopse. Devido à estrutura mais firme, o polimento é dificultado e com isso é removida menor quantidade de farelo. A intensificação da gelatinização na parboilização provocou aumentos nos teores de proteínas, lipídeos, fibras e cinzas. Esses resultados são compatíveis com relatos de autores como Elias et al. (2009) e Dors et al. (2009).



Na Figura 1 é mostrada a matriz de correlação entre as principais variáveis do estudo. Destacam-se as correlações positivas da brancura com amido e luminosidade. Entre as negativas, destacam-se os teores de HMF livre com luminosidade e brancura. Esses resultados já eram esperados uma vez que os principais parâmetros que aumentam a velocidade da RM são a temperatura e o tempo de processamento (JAEGER, JANOSITZ e KNORR, 2010).

Outros estudos relataram a correlação negativa entre os níveis de HMF e a intensidade de escurecimento (CAPUANO e FOGLIANO, 2011).

Figura 1. Matriz de correlação entre as principais variáveis do estudo. Círculos em azul indicam correlação positiva significativa ($p < 0,05$), círculos em vermelho indicam correlação negativa significativa ($p < 0,05$). Os espaços em branco indicam não haver correlação significativa ($p > 0,05$).]

CONCLUSÃO

[O aumento da intensidade de gelatinização do amido na parboilização do arroz resulta em grãos com coloração mais escura, influenciando no aspecto visual do arroz, com aumentos do valor nutritivo, alterando dimensões dos grãos, mas sem alterar os teores de hidroximetilfurfural (HMF) livre. É recomendável que a análise sensorial seja realizada em futuros estudos.]

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [AMATO, G.W. Arroz parboilizado: método para determinação de grãos não-gelatinizados. Porto Alegre: Fundação da Ciência e Tecnologia - CIENTEC, 1991, 16p. [Boletim técnico, 5].
- AMATO, G.W.; ELIAS, M.C. A Parboilização do Arroz. 1. ed. Porto Alegre: Ricardo Lenz Editor, 2005. v. 1. 160p
- CAPUANO, E.; FOGLIANO, V. Acrylamide and 5-hydroxymethylfurfural (HMF): A review on metabolism, toxicity, occurrence in food and mitigation strategies. **LWT -Food Science and Technology**, v. 44, n. 4, p. 793-810, 2011.
- DHITAL, S.; DABIT, L.; ZHANG, B.; FLANAGAN, B.; SHRESTHA, A. K. In vitro digestibility and physicochemical properties of milled rice. **Food Chemistry**, v. 172, p. 757-765, 2015.
- DORS, G. C.; PINTO, R. H.; BADIALE-FURLONG, E. Influência das condições de parboilização na composição química do arroz. **Food Science and Technology**, v. 29, n. 1, p. 219-224, 2009.
- ELIAS, M.C.; OLIVEIRA, M.; VANIER, N.L. Qualidade de arroz na pós-colheita e na agroindústria: análise, conservação e tipificação. 1. ed. Pelotas: Editora Santa Cruz, 2015. v. 1. 221p
- ELIAS, M.; RUTZ, D.; DE OLIVEIRA, M.; AMATO, G. W.; DIAS, A.R.G.; SCHIRMER, M.A. Grau de gelatinização e seus efeitos sobre parâmetros de avaliação nutricional e sensorial em arroz parboilizado. In: Sociedade Brasileira de Arroz Irrigado. **Anais do IV Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado**. SOSBAI - Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado, Santa Maria, v. 107, 2009.
- HODGE, J. E. Dehydrated foods- chemistry of Browning reactions in model systems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 1, p. 928-943, 1953.
- JAEGER, H.; JANOSITZ, A.; KNORR, D. The Maillard reaction and its control during food processing. The potential of emerging technologies. **Pathologie Biologie**, v. 58, p. 207–213, 2010.
- LAMBERTS, L.; ROMBOUTS, I.; BRIJS, K.; GEBRUERS, K.; DELCOUR, J. A. Impact of parboiling conditions on Maillard precursors and indicators in long-grain rice cultivars. **Food Chemistry**, v. 110, p. 916–922, 2008.
- LEETHANAPANICH, K.; MAUROMOUSTAKOS, A.; WANG, Y. Impacts of parboiling conditions on quality characteristics of parboiled commingled rice. **Journal of Cereal Science**, v. 69, p. 283–289, 2016.
- MENEGHETTI, V.L.; OLIVEIRA, M.; MARTINS, I.G.; OLIVEIRA, L.C.; FAGUNDES, C.A., ELIAS, E.C. Drasticidade de Polimento em Parâmetros de Desempenho Industrial de Grãos de Arroz Branco. In: **Anais do II Simpósio Sul Brasileiro de Qualidade de Arroz: Qualidade de Arroz na Pós-Colheita**. Pelotas, 2005, p. 623-628.
- MONKS, L. F.; MONKS, J. L. F.; LEAL, C. M. de Q.; GOMES, C. B.; RUTZ, D.; ELIAS, M. C. Efeitos da pressão de autoclavagem sobre parâmetros físicos e químicos em arroz parboilizado. In: Sociedade Brasileira de Arroz Irrigado. **Anais do IV Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado**. SOSBAI - Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado, Santa Maria, v. 107, 2009.
- OLIVEIRA, M.; AMATO, G.W. (Org.). Arroz: tecnologia, processos e usos. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2021. V.1. 218p.
- RANNOU, C.; LAROQUE, D.; RENAULT, E.; PROST, C.; SÉROT, T. Mitigation strategies of acrylamide, furans, heterocyclic amines and browning during the Maillard reaction in foods. **Food Research International**, v. 90, p. 154-176, 2016.
- RUFÍÁN-HENARES, J. A.; PASTORIZA, S. Maillard Reaction. **Encyclopedia of Food and Health**, p. 593-600, 2016.
- VILLANOVA, F. A.; VANIER, N. L.; MADRUGA, N. DE A.; PESEK, J.; MATYSKAPESK, M.; ELIAS, M. C.; DE OLIVEIRA, M. Improvement of the quality of parboiled rice by using anti-browning agents during parboiling process. **Food Chemistry**, v. 235, p.51-57, 2017.
- TAGHINEZHAD, E.; KHOSHAGHAZA, M. H.; MINAEI, S.; SUZUKI, T.; BRENNER, T. Relationship Between Degree of Starch Gelatinization and Quality Attributes of Parboiled Rice During Steaming. **Rice Science**, v. 23, n. 6, p. 339–344, 2016.
- VANIER, N. L.; PARAGINSKI, R. T.; BERRIOS, J. J.; OLIVEIRA, L. C.; ELIAS, M. C. Thiamine content and technological quality properties of parboiled rice treated with sodium bisulfite: Benefits and food safety risk. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 41, p. 98–103, 2015.]