

PROPORÇÃO DE ÁGUA DURANTE A COCÇÃO DE ARROZ PIGMENTADO: EFEITOS NA DIGESTIBILIDADE DO AMIDO E NO TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS

Caroline Dittgen; Cristian de Souza Batista; Miriã Miranda da Silveira; Matheus Natanael Lemos Lima⁴; Ya-Jane Wang⁵; Igor da Silva Lindemann⁶; Nathan Levien Vanier⁷

Palavras-chave: compostos bioativos, arroz especial, alimento funcional, índice glicêmico

INTRODUÇÃO

Devido aos benefícios à saúde humana, a busca e o consumo por alimentos integrais vêm aumentando nos últimos anos, o que leva à uma maior procura por arroz integral, onde se destacam as variedades pigmentadas por apresentarem elevado teor de compostos fenólicos (FINOCCHIARO et al., 2010; KONG; LEE, 2010).

O arroz tem como seu principal constituinte o amido que, quando digerido, fornece energia através da liberação de glicose na corrente sanguínea, induzindo a liberação de insulina (LOCKYER e NUGENT, 2017).

Antes do consumo o arroz passa pelo processo de cocção, que resulta em alterações em características como textura, estrutura, aroma e sabor, podendo alterar também a digestibilidade do amido e o teor de compostos fenólicos. Os principais fatores do processo de cocção que podem alterar tais características são a quantidade de água utilizada, o tempo de cozimento, a temperatura e os métodos de cocção (FINOCCHIARO et al., 2007; SAIKIA et al., 2012; ZAUPA et al., 2015).

Assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de verificar efeitos do volume de água utilizado durante a cocção de arrozes de variedades pigmentadas sobre a digestibilidade do amido e o teor de compostos fenólicos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados grãos de arroz (*Oryza sativa* L.) de pericarpo preto e de pericarpo vermelho, adquiridos no mercado local. Foram utilizadas duas proporções de grãos:água durante a cocção. Para o arroz preto foram utilizadas as proporções 1:4 e 1:8 enquanto para o arroz vermelho foram utilizadas as proporções 1:5 e 1:9. O tempo de cocção foi determinado de acordo com o teste Ranghino (JULIANO e BECHTEL, 1985), sendo os grãos considerados cozidos quando 90% dos grãos não apresentaram o hilo branco no seu centro. A proporção de água mínima foi determinada previamente, considerando o tempo de cocção de cada amostra. Os grãos foram cozidos em uma panela elétrica de arroz (Bianca Rice 4, Mondial).

A extração de compostos fenólicos livres e ligados foi realizada de acordo com o método descrito por Ziegler et al. (2017), com modificações. Os grãos, após a cocção, foram secos através do processo de liofilização. Para a extração da fração livre, 1g de farinha foi extraída três vezes utilizando 10mL de solução acetona 70%. Após centrifugação os sobrenadantes foram combinados e utilizados para quantificação.

Para extração da fração ligada, o resíduo sólido obtido da extração fenólica livre foi lavado com água destilada e após secar foi submetido à hidrólise enzimática e alcalina e, então, foi realizada a extração com acetato de etila, utilizando 20mL por extração, três vezes. As frações de acetato de etila foram combinadas e evaporadas até secar, utilizando um rotaevaporador, sendo ressuspensas em 25mL de solução de acetona 70%.

O teor de compostos fenólicos, das frações livre e ligada, foi determinado pelo método de Folin-Ciocalteu (SINGLETON; ROSSI, 1965). As análises foram realizadas em triplicata, e os resultados expressos pela média. Os dados foram analisados por análise de variância (ANOVA, $P \leq 0,05$) e, no caso de significância, foram comparados pelo teste de *t* de Student ($P \leq 0,05$).

Para a análise de digestibilidade *in vitro* do amido, os grãos, após o processo de cocção, foram homogeneizados utilizando um liquidificador doméstico para simular o processo de mastigação (TAMURA et al., 2017). Foi utilizado o método descrito por Dartois et al. (2010) para realizar o processo de digestão gastrointestinal *in vitro*, utilizando a enzima pepsina para simular a fase gástrica, e as enzimas pancreatina, invertase e amiloglucosidase para simular a fase intestinal.

Durante a digestão simulada, foram coletadas alíquotas nos tempos de 0, 15 e 30 min na fase gástrica, e nos tempos de 0, 10, 20, 30, 40, 60, 90 e 120 min na fase intestinal, onde foi determinada a concentração de glicose usando um kit de ensaio D-glicose (Formato GOPOD K-GLUK 07/11, Megazyme International Ireland Ltd., Wicklow, Irlanda). Os resultados foram apresentados como porcentagem da hidrólise do amido.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de compostos fenólicos livres, ligados e totais está apresentado na Figura 1. No arroz de pericarpo preto, os maiores valores das frações livre (2,81mg/g) e total (9,51mg/g) foram observados quando cozidos na menor proporção de água (1:4). Não houve diferença significativa na fração ligada.

Já no arroz de pericarpo vermelho, foi observado maior teor de compostos fenólicos ligados (11,21mg/g) e totais (21,14mg/g) quando o arroz foi cozido em excesso de água. Na fração livre não houve diferença significativa.

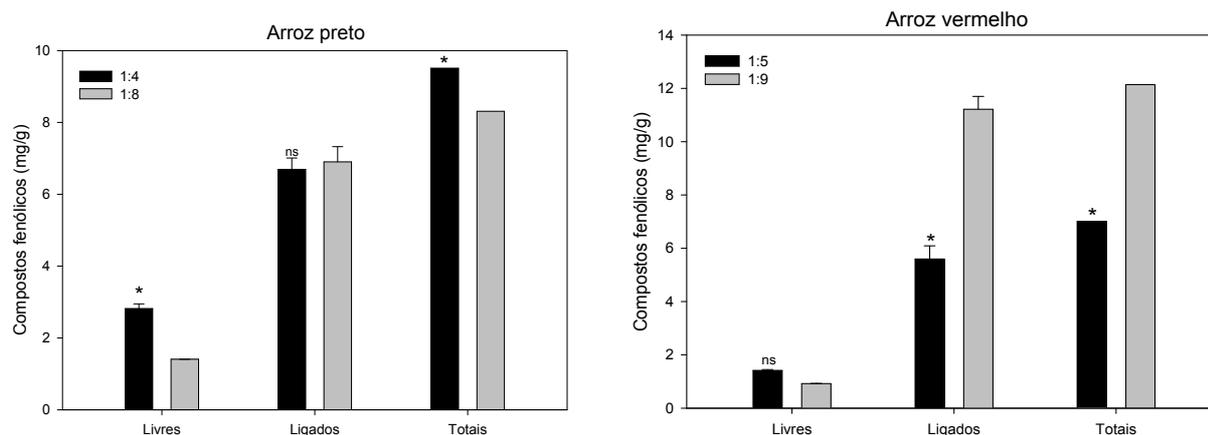
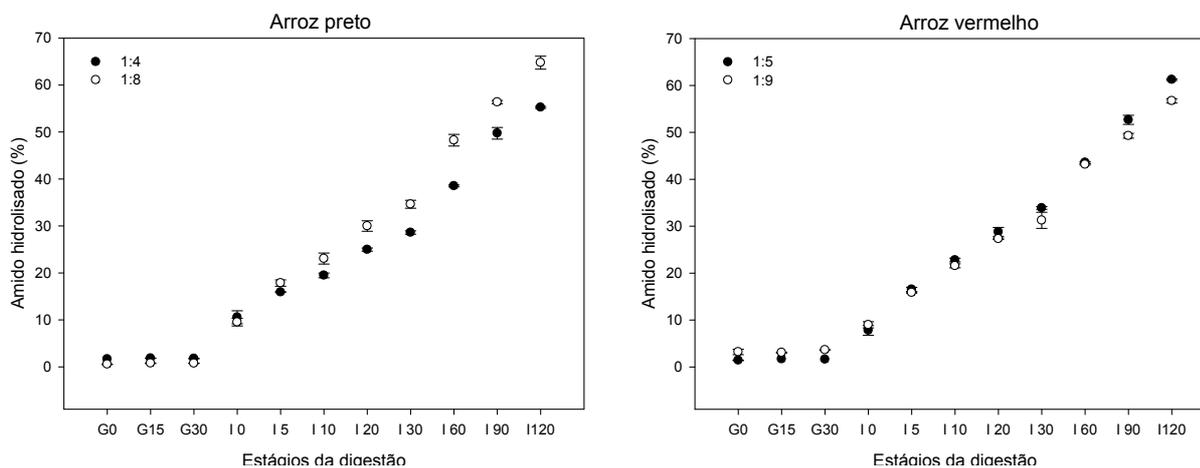


Figura 1 - Teor de compostos fenólicos livres, ligados e totais (mg/g) em arroz de pericarpo pigmentado preto e vermelho. O símbolo * indica diferença estatística pelo teste *t* de Student ($P < 0,05$) entre as proporções de grão:água estudadas, enquanto a abreviatura “*ns*” significa não significativo.

Assim como neste estudo, Zaupa et al. (2015) observaram que o comportamento de compostos fenólicos varia de acordo com o arroz utilizado, onde a cocção resultou em um aumento no teor total de fenólicos em arroz de pericarpo preto, e ocasionou reduções em arroz de pericarpo vermelho e marrom. Rocchetti et al. (2022) verificaram que o perfil metabólico apresentou diferente modelagem após a cocção e a digestão *in vitro*, de acordo com a variedade do arroz. Além da variedade, Surh e Koh (2014) relacionaram menores perdas de compostos fenólicos ao maior teor de amilose do arroz investigado.

Ainda, a forma de preparo, alterando o volume de água durante o mesmo, demonstrou resultar em diferentes perdas destes compostos bioativos, sendo que, quando cozidos em forma de risoto as perdas se deram de 8-33%, e em fervura de 27 a 38% (Zaupa et al., 2015).

Na Figura 2 estão apresentados os resultados de digestibilidade do amido, expresso em percentual de amido hidrolisado em cada fase da simulação de digestão gastrointestinal. Conforme reportado por Tamura et al. (2016) e Tamura et al. (2018), devido a ausência de enzimas amilases no suco gástrico, não foi observada hidrólise de amido durante esta fase (G0, G15 e G30). O percentual de amido hidrolisado aos 160 minutos de simulação, considerando 30min de fase gástrica somados aos 120min de fase intestinal, foi, para o arroz preto, de 55,25 (proporção de 1:4) e 64,77% (1:8) e, para o arroz vermelho, de 61,25% (1:5) e 56,73% (1:9).



CONCLUSÃO

O volume de água utilizado durante o processo de cocção dos grãos resulta em alterações na digestibilidade do amido e do teor de compostos fenólicos de arrozes de pericarpo preto e vermelho, sendo que cada material apresentou resultados distintos. Estes resultados podem indicar que características intrínsecas dos arrozes, como composição, estrutura e complexação entre seus constituintes influenciam tanto a hidrólise de amido durante a digestão, quanto no teor de compostos fenólicos após a cocção.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CIULU, M.; CÁDIZ-GURREA, M.; SEGURA-CARRETERO, A. Extraction and Analysis of Phenolic Compounds in Rice: A Review. **Molecules**, 23(11), 2890, 2018.
- DARTOIS, A.; SINGH, J.; KAUR, L.; SINGH, H. Influence of guar gum on the in vitro starch digestibility-rheological and Microstructural characteristics. **Food Biophysics**, v. 5, p. 149-160, 2010.
- FINOCCHIARO, F.; FERRARI, B.; GIANINETTI, A. A study of biodiversity of flavonoid content in the rice caryopsis evidencing simultaneous accumulation of anthocyanins and proanthocyanidins in a black-grained genotype. **Journal of Cereal Science**, v. 51, p. 28-34, 2010.
- FINOCCHIARO, F.; FERRARI, B.; GIANINETTI, A.; DALL'ASTA, C.; GALAVERNA, G.; SCAZZINA, F.; PELLEGRINI, N. Characterization of antioxidant compounds of red and white rice and changes in total antioxidant capacity during processing. **Molecular Nutrition & Food Research**, v. 51, n. 8, p. 1006-1019, 2007.
- GIUBERTI, G.; ROCCHETTI, G.; LUCINI, L. Interactions between phenolic compounds, amylolytic enzymes and starch: An updated overview. *Current Opinion in Food Science*, v. 31, p. 101-113, 2020.
- JULIANO, B.O.; BECHTEL, D.B. The rice grain and its gross composition: Rice: chemistry and technology. Minnesota, USA: **American Association of Cereal Chemists**, 1985.
- KONG, S.; LEE, J. Antioxidants in milling fractions of black rice cultivars. **Food Chemistry**, v. 120, p. 278-281, 2010.
- LOCKYER, S.; NUGENT, A. P. Health effects of resistant starch. **Nutrition Bulletin**, v. 42(1), p. 10-41, 2017.
- ROCCHETTI, G., BOCCHI, S., SENIZZA, B., GIUBERTI, G., TREVISAN, M., LUCINI, L. Metabolomic insights into the phytochemical profile of cooked pigmented rice varieties following *in vitro* gastrointestinal digestion. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 106, p. 104293, 2022.
- SAIKIA, S.; DUTTA, H.; SAIKIA, D.; MAHANTA, C. L. Quality characterisation and estimation of phytochemicals content and antioxidant capacity of aromatic pigmented and non-pigmented rice varieties. **Food Research International**, v. 46, p. 334-340, 2012.
- SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, p. 144-158, 1965.
- SURH, J.; KOH, E. Effects of four different cooking methods on anthocyanins, total phenolics and antioxidant activity of black rice. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 94: 3296-3304, 2014.
- TAMURA, M.; SINGH, J.; KAUR, L.; OGAWA, Y. Impact of the degree of cooking on starch digestibility of rice—An in vitro study. **Food Chemistry**, 191, 98-104, 2016.
- TAMURA, M.; SINGH, J.; KAUR, L.; OGAWA, Y. Effect of post-cooking storage on texture and in vitro starch digestion of Japonica rice. **Journal of Food Process Engineering**, e12985, 2018.
- ZAUPA, M.; CALANI, L.; DEL RIO, D.; BRIGHENTI, F.; PELLEGRINI, N. Characterization of total antioxidant capacity and (poly)phenolic compounds of differently pigmented rice varieties and their changes during domestic cooking. **Food Chemistry**, 187, 338-347, 2015.
- ZIEGLER, V.; FERREIRA, C. D.; HOFFMANN, J. F.; CHAVES, F. C.; VANIER, N. L.; DE OLIVEIRA, M.; ELIAS, M. C. Cooking quality properties and free and bound phenolics content of brown, black, and red rice grains stored at different temperatures for six months. **Food Chemistry**, v. 242, p. 427-434, 2017.