



Extração de carboidratos do farelo de arroz desengordurado e determinação do efeito prebiótico

Extraction of carbohydrates from defatted rice bran and determination of the prebiotic effect

Maria L. B. C. KOSSAR¹, Eliane COLLA²,
Laura L. ANTUNES², Deisy A. DRUNKLER², Adreano SPESSATO³

RESUMO

O farelo de arroz é considerado um produto residual do processamento de arroz com uma composição rica em nutrientes e compostos com propriedades funcionais, que tornam adequada sua aplicação na indústria alimentícia, especialmente na forma de farelo de arroz desengordurado (FAD). Dentre os componentes, os carboidratos ganham grande destaque, por estarem presentes em elevadas quantidades e por apresentarem potencial prebiótico. O objetivo deste trabalho foi realizar a extração de carboidratos do farelo de arroz desengordurado pelos métodos de extração assistida por ultrassom (EUA) e por tratamento hidrotérmico, determinar o perfil de carboidratos dos extratos por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) e avaliar o efeito prebiótico dos carboidratos extraídos por meio da digestibilidade *in vitro*. O método ultrassônico mostrou-se mais eficiente na extração dos carboidratos em comparação com o tratamento hidrotérmico. Os carboidratos do FAD demonstraram um baixo grau de hidrólise sob as condições de digestibilidade *in vitro*, resultados que demonstram a resistência dos carboidratos do FAD frente as condições gastrointestinais simuladas, sugerindo o potencial prebiótico destes, o que pode possibilitar a agregação de valor ao farelo de arroz, além de representar uma alternativa no emprego de produtos na indústria alimentícia.

Palavras-chave: Farelo de Arroz, Carboidratos, Prebióticos

ABSTRACT

Rice bran is considered a residual product of rice processing with a composition rich in nutrients and compounds with functional properties, which make its application in the food industry appropriate, especially in the form of defatted rice bran (FAD). Among the components, the carbohydrates gain great prominence because they are present in high quantities and make the by-product a source of components with prebiotic potential. The objective of this work was to perform the extraction of carbohydrates from defatted rice bran by the ultrasonic assisted extraction (US) and hydrothermal treatment methods, next, to determine the carbohydrate profile of the extracts by high performance liquid chromatography (HPLC), and to evaluate the prebiotic effect of the extracted carbohydrates by *in vitro* digestibility. The ultrasonic method proved to be more efficient in carbohydrate extraction compared to hydrothermal treatment. The carbohydrates in the FAD showed a low degree of hydrolysis under the *in vitro* digestibility conditions. These results demonstrate the resistance of the FAD carbohydrates to simulated gastrointestinal conditions, suggesting their prebiotic potential. This prebiotic potential is a factor that adds value to rice bran and becomes an alternative in the employment of products in the food industry.

Keywords: Rice bran, Carbohydrates, Prebiotic

¹ Curso Superior de Engenharia de Alimentos, Campus Medianeira, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

² Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos (PPGTA) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Medianeira (UTFPR/MD).

³ IRGOVEL – Indústria Riograndense de Óleos Vegetais – Pelotas/RS



1 INTRODUÇÃO

O farelo de arroz é considerado um produto residual do processamento de arroz. Ele representa cerca de 6–12% (m/m) do grão de arroz *in natura* (Fidriyanto *et al.*, 2020; Saman *et al.*, 2019; Spaggiari *et al.*, 2021). Este subproduto possui valor nutricional em sua composição, pois apresenta fontes significativas de carboidratos, proteínas, vitaminas de complexo B e E, além de compostos bioativos benéficos a saúde (Malekian *et al.*, 2000; Jariwalla, 2001).

Entre os constituintes do farelo de arroz, os carboidratos são os que possuem maior destaque, dentre os quais a maior parte são as fibras que podem exercer efeitos modulatórios satisfatórios na microbiota intestinal, sugerindo um efeito prebiótico (Saman *et al.*, 2019; Zambrana *et al.*, 2019; Ghimire *et al.*, 2020). Os prebióticos são definidos como substratos utilizados seletivamente pelos microrganismos do hospedeiro, resultando em benefícios para a saúde metabólica, sistema gastrointestinal, saúde óssea, mental, sistema cardiovascular e sistema nervoso (Gibson *et al.*, 2017). Para que um ingrediente alimentar seja classificado como prebiótico, deve-se seguir alguns critérios: resistir à acidez gástrica, não sofrer hidrólise enzimática e absorção gastrointestinal (Gibson *et al.*, 2017).

Para que esses compostos sejam extraídos do farelo de arroz, é necessário à aplicação de métodos de extração (Jeong; Lee, 2015; Kurdi; Hansawasdi, 2015). Dentre os métodos de extração de oligossacarídeos, destacam-se o tratamento hidrotérmico (Gullón *et al.*, 2018; Kurdi; Hansawasdi, 2015; Swart *et al.*, 2021), que é um método que permite a extração de componentes hemicelulósicos, como oligossacarídeos, por meio da utilização de água sob elevada pressão e temperatura (Jeong; Lee, 2015; Kurdi; Hansawasdi, 2015); e a extração assistida por ultrassom (EAU) (Floréz-Fernandéz *et al.*, 2017; Xue *et al.* 2017) que tem como princípio o funcionamento de ondas, que juntas formam um conjunto de ciclos como a combinação de altas e baixas pressões, chamadas de compressões e rarefações (Musielak *et al.*, 2016; Awad *et al.*, 2012).

Com isso, considerando o elevado número em produção do subproduto farelo de arroz desengordurado extraído a partir do beneficiamento do arroz, e sua consequente necessidade de estudos que possibilitam a agregação de valor ao subproduto, este trabalho tem como objetivo avaliar a atividade prebiótica dos carboidratos (CHO) extraídos do farelo de arroz desengordurado por meio da extração assistida por ultrassom e tratamento hidrotérmico para que se tenha, futuramente, um melhor destino deste subproduto na indústria.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

O farelo de arroz desengordurado (FAD) na forma moída com granulometria média de 140 mesh foi cedido pela Indústria Riograndense de Óleos Vegetais (IRGOVEL – Pelotas/RS), e posteriormente, embalado em sacos de polietileno e congelado (-12 °C) até a realização das análises; a glicose (Neon, Suzano, SP, Brasil), e os prebióticos inulina (Raftiline GR, Orafiti®, Mannheim, Alemanha) e oligofrutose (Raftilose P95, Orafiti®, Mannheim, Alemanha) foram adquiridos em uma empresa especializada no ramo. As enzimas usadas para simular a digestão gastrointestinal foram adquiridas da Sigma-Aldrich® (St. Louis, MO, Estados Unidos). Todos os reagentes utilizados foram de grau analítico (Merck®, Darmstadt, Alemanha).

2.2 Extração dos carboidratos do FAD

O método de extração assistida por sonda ultrassônica foi realizado conforme Machado *et al.* (2015), seguindo as condições otimizadas previamente determinadas por Ferreira (2018): razão FAD água⁻¹ 65



g L⁻¹, potência 350 W, frequência 20 kHz, temperatura 15 °C e tempo 20 min. Os sobrenadantes foram coletados por centrifugação a 5000× g por 5 min a 25 °C.

O tratamento hidrotérmico seguindo a metodologia adaptada de Kurdi e Hansawasdi (2015) teve suas condições otimizadas (Ferreira, 2018) em: razão FAD água⁻¹ 100 g L⁻¹, pH 6,0, temperatura 121 °C, pressão 1,1 kg cm⁻² e tempo 35 min, no qual o FAD foi suspenso em água ultrapura. Os sobrenadantes foram coletados por centrifugação a 5000 ×g por 5 min a 25 °C.

Os carboidratos extraídos, após precipitados em etanol 80% (1:1 v v⁻¹) e armazenados a 4 °C durante a noite com subsequente centrifugação a 6000 × g por 15 min a 4 °C, foram secos em estufa a vácuo sob pressão relativa de -600 mmhg, a 50 °C por 24 horas e moídos em moinho de facas com granulometria média de 70 mesh, obtendo-se: CFSU (carboidratos extraídos do FAD pela sonda ultrassônica) e CFTH (carboidratos extraídos do FAD pelo tratamento hidrotérmico).

2.3 Caracterização dos extratos

Os carboidratos totais dos extratos foram determinados pelo método de Antrona (Osborne; Voogt, 1986), e o rendimento calculado pela Equação 1. Os carboidratos foram hidrolisados e analisados por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) para a identificação e quantificação dos carboidratos presentes nos extratos. Os padrões utilizados foram glicose, arabinose, manose, estaquiase e galactose.

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{\% \text{ CHO extraídos}}{\% \text{ CHO do FAD}} \times 100\% \quad (1)$$

2.4 Caracterização da atividade prebiótica

Os extratos CFSU e CFTH, juntamente com amostras de glicose (ingrediente não prebiótico), e de prebióticos (inulina, oligofrutose) para nível de comparação, foram submetidos a simulação *in vitro* das condições do trato digestório, em diferentes concentrações (15 e 30 g L⁻¹) (Albuquerque *et al.*, 2020), e por seguinte calculado o grau de hidrólise (%) das amostras (Equação 2) conforme Nor *et al.* (2017):

$$\text{Grau de hidrólise(\%)} = \frac{\text{Açúcar redutor liberado}}{\text{Teor total de açúcar} - \text{Conteúdo de açúcar redutor inicial}} \times 100\% \quad (2)$$

3 RESULTADOS

3.1 Obtenção e Caracterização dos Extratos

As concentrações de carboidratos dos extratos CFSU e CFTH, e o rendimento de extração são demonstrados na Tabela 1. Foi possível observar que a extração assistida por ultrassom se mostrou mais eficiente em comparação ao tratamento hidrotérmico. Os resultados foram superiores aos encontrados na literatura que tiveram como produto para o tratamento ultrassônico (0,38 g CHO g⁻¹ extrato e 74,4% de rendimento), após 4 h de tratamento a 60 °C, utilizando 3% de α-amilase (Sfalcin *et al.*, 2015), e para o tratamento hidrotérmico (0,40 g CHO g⁻¹ extrato e 56,49% de rendimento), após tratamento a 200 °C a 7 Mpa por 79 min (Sunphorka *et al.*, 2012). Sendo assim, é possível afirmar que além do método de extração, fatores como temperatura, tempo, solvente e material extraído são parâmetros de eficiência do processo de extração (Surin *et al.*, 2020).

Tabela 1 – Teor de carboidratos dos extratos e rendimento de extração



	Carboidratos totais (g CHO g ⁻¹ extrato)	Rendimento de extração (%)
CFSU	0,590 ± 0,001 ^a	96,72
CFTH	0,507 ± 0,004 ^b	83,11

Média ± desvio padrão (n = 3). Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na mesma coluna não diferem ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Fonte: Autoria própria (2021).

3.2 Identificação e Quantificação de Carboidratos por CLAE

Por meio da análise cromatográfica dos extratos hidrolisados (Tabela 2) foi possível identificar que o principal açúcar presente era a glicose, seguido da estaquiose e arabinose.

Tabela 2 – Composição em açúcares do hidrolisado, obtida por CLAE

Açúcares	Tempo de retenção (min)	CFSU – Concentração (g g ⁻¹ extrato)	CFTH – Concentração (g g ⁻¹ extrato)
Glicose	8,90	0,312 ± 0,014 ^a	0,306 ± 0,013 ^a
Estaquiose	6,51	0,245 ± 0,005 ^a	0,164 ± 0,004 ^b
Arabinose	10,50	*	*

^{a,b}Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na mesma linha não diferem ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Fonte: Autoria própria (2021).

Os extratos CFTH e CFSU não tiveram diferença significativa na concentração de glicose. O mesmo não foi verificado no teor de estaquiose, uma vez que o método ultrassônico promoveu uma extração de uma concentração de estaquiose superior ao do tratamento hidrotérmico; essa diferença pode ser justificada pela extração ultrassônica apresentar rendimento de extração superior, ou seja, promoveu uma maior extração de carboidratos totais (0,590 ± 0,001 g CHO g⁻¹ extrato) do que o tratamento hidrotérmico (0,507 ± 0,004 g CHO g⁻¹ extrato). Essa diferença não foi observada em concentrações de açúcares redutores (glicose), no qual é possível inferir que a diferença na concentração de carboidratos totais é resultante do teor de açúcares não redutores.

3.3 Digestibilidade *in vitro* e Grau de Hidrólise dos Carboidratos

O percentual de hidrólise apresentou uma relação direta com a concentração (Tabela 3), onde foi possível observar que o aumento da concentração de carboidratos (15 g L⁻¹ para 30 g L⁻¹), promoveu um aumento da hidrólise nas amostras analisadas.

Uma das exigências para a classificação de um ingrediente como prebiótico é que o mesmo não seja hidrolisado pelas enzimas e resista ao ácido gástrico (Gibson et al., Nor et al., 2017), para que o produto chegue ao intestino e assim facilite a proliferação de prebióticos. Ao analisar a Tabela 3, foi possível observar que os extratos CFSU e CFTH apresentaram um grau de hidrólise superior ao das amostras prebióticas, mas um percentual hidrolisado baixo quando comparado com a glicose que já havia sido totalmente hidrolisada, indicando que os extratos foram resistentes a digestibilidade, mais significativamente na concentração de 15 g L⁻¹ de amostra.



Tabela 3 – Percentual de hidrólise dos carboidratos após a digestibilidade *in vitro*

Amostra	Concentração (g L ⁻¹)	Grau de hidrólise (%)
Glicose	15	100,00 ± 0,29 ^a
	30	100,00 ± 1,01 ^a
Inulina	15	0,45 ± 0,39 ^f
	30	4,29 ± 1,11 ^d
Oligofrutose	15	2,64 ± 0,02 ^e
	30	5,53 ± 0,03 ^d
CFSU	15	4,44 ± 0,48 ^d
	30	11,74 ± 0,18 ^c
CFTH	15	5,72 ± 1,50 ^d
	30	17,99 ± 2,44 ^b

Média ± desvio padrão (n = 3). ^{a,b}Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na mesma coluna não diferem ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Fonte: Autoria própria (2021).

4 CONCLUSÃO

Com o presente trabalho foi possível concluir que a extração assistida por ultrassom é o método mais eficiente na extração de carboidratos do farelo de arroz desengordurado em comparação com o tratamento hidrotérmico. Na caracterização dos efeitos prebióticos no farelo de arroz desengordurado, o resultado foi satisfatório, podendo sugerir que os carboidratos avaliados possuem um potencial prebiótico que pode ser uma alternativa de aplicação na indústria alimentícia com grande valor agregado.

5 AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq – Brasil, na forma de bolsa de iniciação científica. Agradecemos também a UTFPR – MD, a Profa. Eliane Colla, pela colaboração na pesquisa científica, ao Programa de Mestrado em Tecnologia de Alimentos da UTFPR-MD e aos programas de iniciação científica da UTFPR.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, T. M. R.; BORGES, C. W. P.; CAVALCANTI, M. T.; LIMA, M. S.; MAGNANI, M.; SOUZA, E. L. Potential prebiotic properties of flours from different varieties of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) roots cultivated in Northeastern Brazil. **Food Bioscience**, v. 36, p.1-13, 2020.
- BERNARDI, S.; KALSCHNE, D. L.; MENEGOTTO, A. L. L.; FLORES, E. L. M.; BARIN, J. S.; FUCHS, R. H. B.; COLLA, E.; CANAN, C. Feasibility of ultrasound-assisted optimized process of high purity rice bran protein extraction. **Ciencia Rural**, v. 50, n. 12, p. 1-13, 2020.
- FERREIRA, A. L. **Comparação de métodos físico químicos de extração de carboidratos do farelo de arroz**. 2018. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/12667>. Acesso em: 29 ago. 2021.
- FLÓREZ-FERNÁNDEZ, N.; LÓPEZ-GARCÍA, M.; GONZÁLEZ-MUÑOZ, M.; VILARIÑO, J. M.; DOMÍNGUEZ, H. Ultrasound-assisted extraction of fucoidan from *Sargassum muticum*. **Journal of Applied Phycology**, v. 29, p. 1553-1561, 2017.



- GHIMIRE, S.; WONGKUNA, S.; SANKARANARAYANAN, R.; RYAN, E. P.; BHAT, G. J.; SCARIA, J. Rice bran and quercetin produce a positive synergistic effect on human gut microbiota, elevate the level of propionate, and reduce the population of enterobacteriaceae family when determined using a bioreactor. **BioRxiv**, 2020.
- GIBSON, G. R.; HUTKINS, R.; SANDERS, M. E.; PRESCOTT, S. L.; REIMER, R. A.; SALMINEN, S. J.; SCOTT, K.; STANTON, C.; SWANSON, K. S.; CANI, P. D.; VERBEKE, K. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. **Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology**, v. 14, p. 1-12, 2017.
- GULLÓN, B.; EIBES, G.; DÁVILA, I.; MOREIRA, M. T.; LABIDI, J.; GULLÓN, P. Hydrothermal treatment of chestnut shells (*Castanea sativa*) to produce oligosaccharides and antioxidant compounds. **Carbohydrate Polymers**, v. 192, p. 75-83, 2018.
- HANSAWASDI, C.; KURDI, P. Potential prebiotic oligosaccharide mixtures from acidic hydrolysis of rice bran and cassava pulp. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 72, p. 396-403, 2017.
- KORDROOSTAMI, M.; MAFAKHERI, M.; CHALESHTORI, M. H. Characteristics of grain quality in rice: physiological and molecular aspects. In: PESSARAKLI, M. (ed.). **Handbook of plant and crop physiology**. 4. ed. Boca Raton: CRC Press, 2021. cap. 11, p. 147-157.
- KURDI, P.; HANSAWASDI, C. Assessment of the prebiotic potential of oligosaccharide mixtures from rice bran and cassava pulp. **LWT - Food Science and Technology**, v. 63, n. 2, p. 1288-1293, 2015.
- MACHADO, M. T. C.; EÇA, K. S.; VIEIRA, G. S.; MENEGALLI, F. C.; MARTÍNEZ, J.; HUBINGER, M. D. Prebiotic oligosaccharides from artichoke industrial waste: evaluation of different extraction methods. **Industrial Crops and Products**, v. 76, p. 141-148, 2015.
- NOR, N.; ABBASILIASI, S.; MARIKKAR, M.; ARIFF, A.; AMID, M.; LAMASUDIN, D.; MANAP, M.; MUSTAFA, S. Defatted coconut residue crude polysaccharides as potential prebiotics: study of their effects on proliferation and acidifying activity of probiotics in vitro. **Journal of Food Science and Technology**, v. 54, p. 164-173, 2017.
- OSBORNE, D. R.; VOOG, P. **Análisis de nutrientes de los alimentos**. 1. ed. Zaragoza: Acribia, 1986.
- SAMAN, P.; FUCIÑOS, P.; VÁZQUEZ, J. A.; PANDIELLA, S. S. By-products of the rice processing obtained by controlled debranning as substrates for the production of probiotic bacteria. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 51, p. 167-176, 2019.
- SFALCIN, P.; LUNELLI, F. C.; MALESKI, T. P. S.; FOLETTO, V. S.; SOUZA, M.; ZIMMERMANN, E.; DAL PRÁ, V.; FOLETTO, E. L.; KUHN, R. C.; MAZUTTI, M. A. Glucose obtained from rice bran by ultrasound-assisted enzymatic hydrolysis. **Ingeniería e Investigación**, v. 35, n. 2, p. 61-66, 2015.
- SPAGGIARI, M.; DALL'ASTA, C.; GALAVERNA, G.; DEL CASTILLO BILBAO, M. D. Rice bran by-product: from valorization strategies to nutritional perspectives. **Foods**, v. 10, n. 85, p. 1-16, 2021.
- SUNPHORKA, S.; CHAVASIRI, W.; OSHIMA, Y.; NGAMPRASERTSITH, S. Protein and sugar extraction from rice bran and de-oiled rice bran using subcritical water in a semi-continuous reactor: optimization by response surface methodology. **International Journal of Food Engineering**, v. 8, n. 3, p. 1-22, 2012.
- SURIN, S.; YOU, S.; SEESURIYACHAN, P.; MUANGRAT, R.; WANGTUEAI, S.; JAMBRAK, A. R.; ZAMBRANA, L. E.; MCKEEN, S.; IBRAHIM, H.; ZAREI, I.; BORRESEN, E. C.; DOUMBIA, L.; BORÉ, A.; CISSOKO, A.; DOUYON, S.; KONÉ, K.; PEREZ, J.; PEREZ, C.; HESS, A.; ABDO, Z.; SANGARÉ, L.; MAIGA, A.; BECKER-DREPS, S.; YUAN, L.; KOITA, O.; VILCHEZ, S.; RYAN, E. P. Rice bran supplementation modulates growth, microbiota and metabolome in weaning infants: a clinical trial in Nicaragua and Mali. **Scientific Reports**, v. 9, p. 1-18, 2019.