

## Comparação da eficiência dos métodos hidrotérmico e ultrassônico na extração de carboidratos do farelo de arroz

### Comparison of the efficiency of hydrothermal and ultrasonic methods in the extraction of carbohydrates from rice bran

#### RESUMO

O farelo de arroz, subproduto do polimento do arroz, é rico em carboidratos e proteínas, além de minerais e vitaminas. O objetivo deste trabalho foi realizar a extração de carboidratos (CHOs) do farelo de arroz desengordurado (FAD) por dois métodos distintos: tratamento ultrassônico em equipamento tipo sonda e tratamento hidrotérmico. Quando realizado o tratamento ultrassônico nas condições de relação FAD:água de 65 g. L<sup>-1</sup>, potência de 350 W e tempo de 20 min, extratos com 0,60 g de CHO. g<sup>-1</sup> de FAD foram obtidos. No tratamento hidrotérmico, as melhores condições de extração foram obtidas na relação FAD. água<sup>-1</sup> de 100 g. L<sup>-1</sup>, pH 6 e tempo de 35 min, obtendo-se extratos com 0,46 (g de CHO. g<sup>-1</sup> de FAD). Na comparação dos métodos foi possível observar que o tratamento ultrassônico tem alta capacidade de extração de CHOs em menor tempo, não necessitando de solventes orgânicos e tratamento de resíduos, sendo assim considerado o mais eficiente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduo agroindustrial. Fonte de carboidratos. Ondas ultrassônicas, tratamento hidrotérmico.

#### ABSTRACT

Rice Bran, a byproduct of rice polishing, is rich in carbohydrates and proteins, in addition to minerals and vitamins. The objective of this work was to perform the extraction of carbohydrates (CHOs) from defatted rice bran (DRB) by two different methods: Ultrasonic treatment in probe-type equipment and hydrothermal treatment. When subjected to ultrasonic treatment in the conditions of DRB:water ratio 65 g. L<sup>-1</sup>, power of 350 W and time of 20 min, extracts with 0.60 (g of CHO. g<sup>-1</sup> of DRB) were obtained. In the hydrothermal treatment, the best extraction conditions were obtained in the DRB:water ratio of 100 g.L<sup>-1</sup>, pH 6 and time of 35 min, obtaining extracts with 0.46 (g of CHO. g<sup>-1</sup> of FAD). In the comparison of the methods it was possible to observe that the ultrasonic treatment has high capacity of extraction of CHOs in shorter time, not requiring organic solvents and waste treatment, thus being considered the most efficient.

**KEYWORDS:** Agroindustrial residue. Carbohydrate source. Ultrasonic waves. Hydrothermal treatment.

Ana Lidia Rezende de Lima

[Analidia140@gmail.com](mailto:Analidia140@gmail.com)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil

Andressa Lopes Ferreira

[andressadm9@hotmail.com](mailto:andressadm9@hotmail.com)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil

Eliane Colla

[collaeliane@gmail.com](mailto:collaeliane@gmail.com)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil

**Recebido:** 19 ago. 2019.

**Aprovado:** 01 out. 2019.

**Direito autorial:** Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



## INTRODUÇÃO

O farelo de arroz, produzido no processo de polimento do arroz descascado para produzir arroz branco, representa cerca de 10% do total do grão de arroz (LEARDKAMOLKARN et al., 2011) e possui concentrações apreciáveis de proteína (14,94 %), lipídios (19,96 %) e carboidratos (49,80 %) (SILVA et al., 2012). Compostos indigeríveis como celulose, hemicelulose, oligossacarídeos e pectina, bem como lignina e ceras são considerados como fibras alimentares, que desempenham funções importantes no organismo humano (RAFE; SADEGHIAN, 2014) e podem ser extraídos e aplicados na indústria química, bioquímica, alimentícia e farmacêutica. Nos últimos anos tem-se estudado os métodos de extração para obtenção de proteínas, lipídeos, oligossacarídeos e outros compostos. Dentre esses métodos temos os físicos, destacando-se o ultrassom e o tratamento hidrotérmico. No ultrassom ocorrem fenômenos físicos e químicos que são fundamentalmente diferentes, se comparados com as técnicas convencionais. Possui vantagem em termos de produtividade, rendimento e seletividade, além de reduzir a necessidade de uso de substâncias químicas ou aplicação de calor (Chemat et al., 2011; Vilku et al., 2008). Já os tratamentos hidrotérmicos são métodos estabelecidos para extrair materiais hemicelulósicos em que polissacarídeos sofrem hidrólise a temperatura e pressão elevada, geralmente utilizando-se de autoclave, na presença de íons hidrônio gerados pela autoionização de água, que atuam como catalisadores (Gírio et al., 2010). O presente trabalho teve como objetivo avaliar os processos físicos de extração de carboidratos do farelo de arroz com o uso de sonda ultrassônica e tratamento hidrotérmico, aplicando planejamentos de experimentos e comparando-se os rendimentos dos métodos estudados.

## MATERIAL E MÉTODOS

O farelo de arroz desengordurado (FAD) foi cedido pela Indústria Rio Grandense de Óleos Vegetais (IRGOVEL – Pelotas/RS), na forma de pellets, sendo submetido a moagem em moinho de facas (SOLAB, SL31) e congelamento a -12 °C.

Para avaliar os métodos físicos de extração de carboidratos, foram testadas duas metodologias de extração: por sonda ultrassônica e por tratamento hidrotérmico.

Inicialmente, para a seleção das variáveis significativas no processo de extração por sonda ultrassônica, foi aplicado um Planejamento Fatorial Fracionário (PFF)  $2^{4-1}$ . As variáveis independentes estudadas foram a razão FAD.água<sup>-1</sup> (100 a 250 g L<sup>-1</sup>), temperatura (50 - 90°C), potência (100 a 300 W) e tempo (10 a 30 min), e a variável resposta foi o teor de carboidratos extraídos (g.L<sup>-1</sup>). Os ensaios foram realizados aleatoriamente e permitiram a seleção das variáveis significativas no processo, que foram estudadas por um Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR). Na condução dos ensaios dos planejamentos, o FAD foi suspenso em água ultrapura para a obtenção da razão FAD.água em Becker encamisado acoplado a um banho para o controle de temperatura, e o processo foi realizado em sonda ultrassônica (VCX 500 e VCX 750, marca: SONICS, modelo: Vibra cell, Estados Unidos) na

frequência de 20 kHz. Ao término da extração o extrato foi centrifugado (Rotina 420 R, Hettich, Alemanha) (5000 x g, 5 min, temperatura ambiente).

A extração por tratamento hidrotérmico foi estudada pela aplicação de um DCCR em que as variáveis estudadas foram: razão FAD.água<sup>-1</sup> (g L<sup>-1</sup>), pH e tempo. O FAD foi suspenso em água ultrapura para a obtenção da razão FAD.água<sup>-1</sup>, o pH foi ajustado com soluções de HCl ou NaOH 2 mol.L<sup>-1</sup>, na faixa de 3 a 7, conforme o planejamento. Posteriormente as amostras foram autoclavadas a 121,2°C a pressão de 1 atm, conforme método adaptado de KURDI e HANSAWASDI (2015). Na sequência os extratos obtidos foram centrifugados (Rotina 420 R, Hettich, Alemanha) (5000 x g, 5 min, temperatura ambiente) para a separação das fases.

Os carboidratos totais dos extratos obtidos nos dois métodos testados foram determinados pela metodologia de Antrona (Osborne e Voogt, 1986); utilizou-se solução padrão de sacarose 0,1 g.L<sup>-1</sup> e mediu-se as absorbâncias em espectrofotômetro (UV-Vis Lambda XLS HP9 2FX, Perkin Elmer, Estados Unidos) a 600 nm.

As análises químicas, físico-químicas e de extração de carboidratos foram realizadas em triplicata e os dados obtidos foram analisados por meio da ANOVA (Análise de Variância), ao nível de significância de 5%, com o auxílio do software STATISTICA 7.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### EXTRAÇÃO DE CARBOIDRATOS DO FAD POR TRATAMENTO ULTRASSÔNICO

No PFF 2<sup>4-1</sup> os resultados variaram de 18 a 48% de carboidratos (CHO) extraídos (g de CHO. 100 g<sup>-1</sup> de FAD). Comparando-se o maior resultado com os valores obtidos na análise de composição centesimal para o teor de carboidratos do FAD (61,3%), pode-se dizer que houve um rendimento considerável no processo de extração (78,30%). A análise da matriz de ensaios do PFF 2<sup>4-1</sup> permitiu a identificação dos efeitos das variáveis estudadas, sendo que as variáveis razão FAD. água<sup>-1</sup>, potência e tempo apresentaram efeitos significativos (p≤0,10) sobre a resposta de carboidratos extraídos, sendo portanto, estudadas por meio de um DCCR 2<sup>3</sup> (3 pontos centrais, total de 17 ensaios), conforme Tabela 1.

Pode-se observar que as concentrações de carboidratos variaram de 0,11 a 0,60 g de CHO. g<sup>-1</sup> de FAD nos ensaios 5 e 14, respectivamente. Comparando-se os resultados do PFF com o DCCR, verificou-se um acréscimo nas maiores respostas obtidas (0,48 para 0,60 g de CHO. g<sup>-1</sup> de FAD), sendo que no PFF a maior concentração foi no nível inferior das variáveis razão FAD.água<sup>-1</sup> (100 g.L<sup>-1</sup>) e temperatura (50 °C) e no nível superior das variáveis potência (300 W) e tempo (30 min). Já no DCCR, foi obtido maior rendimento no ponto central das variáveis, com concentração menor de FAD (65 g.L<sup>-1</sup>) e tempo de 20 min (ensaio 14).

Tabela 1- Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR) 2<sup>3</sup> com os níveis reais (parênteses) e codificados das variáveis estudadas e respostas de CHOs extraídos.

Ensaio	x <sub>1</sub> <sup>a</sup>	x <sub>2</sub> <sup>b</sup>	x <sub>3</sub> <sup>c</sup>	y <sup>c</sup>
1	-1 (44,17)	-1 (320,24)	-1 (12,02)	0,23 ± 0,02
2	1 (85,83)	-1 (320,24)	-1 (12,02)	0,29 ± 0,01
3	-1 (44,17)	1 (379,76)	-1 (12,02)	0,47 ± 0,06
4	1 (85,83)	1 (379,76)	-1 (12,02)	0,47 ± 0,02
5	-1 (44,17)	-1 (320,24)	1 (17,97)	0,11 ± 0,01
6	1 (85,83)	-1 (320,24)	1 (17,97)	0,26 ± 0,004
7	-1 (44,17)	1 (379,76)	1 (17,97)	0,50 ± 0,02
8	1 (85,83)	1 (379,76)	1 (17,97)	0,29 ± 0,005
9	-1,68(30)	0 (350)	0 (15)	0,57± 0,02
10	1,68 (100)	0 (350)	0 (15)	0,30 ± 0,01
11	0 (65)	-1,68(300)	0 (15)	0,45 ± 0,02
12	0 (65)	1,68 (400)	0 (15)	0,52 ± 0,01
13	0 (65)	0 (350)	-1,68 (10)	0,50 ± 0,01
14	0 (65)	0 (350)	1,68 (20)	0,60 ± 0,01
15	0 (65)	0 (350)	0 (15)	0,41 ± 0,00
16	0 (65)	0 (350)	0 (15)	0,37 ± 0,01
17	0 (65)	0 (350)	0 (15)	0,40 ± 0,01

Nota: <sup>a</sup> Razão FAD.água<sup>-1</sup> (g. L<sup>-1</sup>); <sup>b</sup> Potência (W); <sup>c</sup> Tempo (min); <sup>c</sup> Carboidratos (g de CHO. g<sup>-1</sup> de FAD) ± erro padrão.

Fonte: Autora (2019)

Pela análise dos efeitos das variáveis, observou-se que as mesmas não apresentaram efeitos significativos ao nível de significância de 5% (p>0,05), ou seja, o uso de qualquer valor dentro das faixas estudadas conduziu a respostas estatisticamente semelhantes entre si. Realizando-se a Análise de Variância (ANOVA), observou-se F<sub>calculado</sub> não significativo (p=0,515) e percentual de variação explicada pelo modelo baixo (R<sup>2</sup> ≈ 35,8%), não possibilitando gerar um modelo e uma superfície de resposta para o processo. Entretanto, pode-se indicar a condição do Ensaio 14, que apresentou 0,60 g de CHO. g<sup>-1</sup> de FAD. Este ensaio, apresentou melhor resultado em concentrações de carboidratos extraídos, nas condições estudadas, trabalhando com tempo razoavelmente curto e potência menor que o nível máximo estudado. A eficiência de extração nesta condição, comparando-se o resultado máximo observado (0,60 g de CHO. g<sup>-1</sup> de FAD) com o teor de carboidratos do FAD (61,3%), foi de aproximadamente 98%.

#### EXTRAÇÃO DE CARBOIDRATOS DO FARELO DE ARROZ DESERGORDURADO POR TRATAMENTO HIDROTÉRMICO

Inicialmente foi realizado um DCCR 2<sup>3</sup> para avaliar a influência de três variáveis, a citar a Razão FAD.água (65 a 235 g/L), pH (3 -7) e tempo (10-60 min) na extração de carboidratos por tratamento hidrotérmico. Este planejamento permitiu selecionar as variáveis Razão FAD.água e pH, e fixar o tempo em 35 min para a condução de um DCCR 2<sup>2</sup>, cujos níveis reais e codificados das variáveis, e as respostas, estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR) 2<sup>2</sup> para o tratamento hidrotérmico.

Ensaio	x <sub>1</sub> <sup>a</sup>	x <sub>2</sub> <sup>b</sup>	y <sub>1</sub> <sup>c</sup>
1	-1 (48,73)	-1 (3,58)	0,25 ± 0,013
2	1 (91,27)	-1 (3,58)	0,25 ± 0,012
3	-1 (48,73)	1 (6,41)	0,13 ± 0,004
4	1 (91,27)	1 (6,41)	0,20 ± 0,010
5	-1,41 (40)	0 (5)	0,21 ± 0,050
6	1,41 (100)	0 (5)	0,17 ± 0,003
7	0 (70)	-1,41 (3)	0,27 ± 0,014
8	0 (70)	1,41 (7)	0,20 ± 0,023
9	0 (70)	0 (5)	0,14 ± 0,003
10	0 (70)	0 (5)	0,16 ± 0,018
11	0 (70)	0 (5)	0,17 ± 0,015

Nota: <sup>a</sup> Razão FAD. água<sup>-1</sup> (g L<sup>-1</sup>); <sup>b</sup> pH; <sup>c</sup> Resposta em carboidratos (g de CHO .g<sup>-1</sup> de FAD) ± erro padrão.

Fonte: Autora (2019)

Os rendimentos variaram de 0,13 a 0,27 (g de CHO. g<sup>-1</sup> de FAD) nos ensaios 3 e 7, respectivamente. Na análise dos efeitos e do modelo matemático gerado, observou-se que as variáveis não apresentaram efeitos significativos nas faixas estudadas. Sendo assim, optou-se por realizar mais um ensaio em triplicata nas seguintes condições: razão FAD.água<sup>-1</sup> foi fixada em 100 g.L<sup>-1</sup>, pH em 6 (por ser o pH mais próximo da suspensão), e o tempo em 35 minutos. O resultado médio foi de 0,47 g de CHO. g<sup>-1</sup> de FAD (48%), que, confrontando-se com o teor de carboidratos do FAC (61,3%), resulta em eficiência de 78%.

### CONCLUSÃO

No estudo sobre comparação entre métodos físicos de extração de carboidratos do FAD, o tratamento ultrassônico demonstrou-se mais eficiente (98%) em comparação ao tratamento hidrotérmico (78%).

Com a aplicação dos planejamentos experimentais foi possível observar que a potência do tratamento ultrassônico exerce influência no rendimento da extração de CHO. É importante considerar que o método avaliado apresentou curto tempo de extração (20 min), não necessita de solventes orgânicos e que os resíduos de extração não necessitam de tratamentos.

### AGRADECIMENTOS

Agradecemos 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

SILVA; C.C.F; CALIARI, M; SOARES JÚNIOR, M; **Caracterização química de farelo de arroz in natura e extrusado**. Mestrado. 2010. Disponível em: <http://www.sbpcnet.org.br/livro/63ra/conpeex/mestrado/trabalhos-mestrado/mestrado-celia-caroline.pdf> . Acesso em: 24 jul. 2019.

LEARDKAMOLKARN, V. et al. **Chemopreventive properties of the bran extracted from a newly developed thai rice: The Riceberry**. Food Chemistry, [s.l.], v. 125, n. 3, p.978-985, abr. 2011. Elsevier BV.

RAFE, A; MOUSAVI, S. S.; SHAHIDI, S-A. **Dynamic rheological behavior of rice bran protein (RBP): Effects of concentration and temperature**. Journal Of Cereal Science, [s.l.], v. 60, n. 3, 2014, p.514-519.

VILKHU, K.; MAWSON, R.; SIMONS, L.; BATES, D. **Applications and opportunities for ultrasound assisted extraction in the food industry-A review**. Innov. F. Scien. Emerg. Technol., v. 9, 2008, p. 161–169.