

IMPACTO DO PRÉ-TRATAMENTO ULTRASSÔNICO SOBRE A CINÉTICA DA HIDRÓLISE SUBCRÍTICA EM BIOMASSAS RESIDUAIS AGRÍCOLAS

MAICON SÉRGIO NASCIMENTO DOS SANTOS¹, AMANDA RAMPELOTTO DE AZEVEDO², RENAN PFEIFENBERG³, EDUARDA DA SILVA POGORZELSKI⁴, GIOVANI LEONE ZABOT⁵, MARCUS VINÍCIUS TRES⁵

¹ Discente de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria – RS, (55) 3220-8000, maiconsergions@gmail.com

² Discente de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Cachoeira do Sul – RS, (51) 3724-8400, amanda-azv@hotmail.com

³ Discente de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Cachoeira do Sul – RS, (51) 3724-8400, renanpfeifenberg@gmail.com

⁴ Discente de Agronomia, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), Cachoeira do Sul – RS, (51) 3724-0453, eduardapski@hotmail.com

⁵ Professor Doutor, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Cachoeira do Sul – RS, (51) 3724-8400, giovani.zabot@ufsm.br, marcus.tres@ufsm.br

Apresentado no
L Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2021
08 a 10 de novembro de 2021 - Congresso On-line

RESUMO: A obtenção de açúcares fermentescíveis a partir de materiais à base de lignocelulose pode ser alcançada através da aplicação de tecnologias hidrotérmicas, como a hidrólise em água subcrítica, que promove a desintegração da matriz e facilita a obtenção dos compostos de interesse. Além disso, a aplicação de pré-tratamentos, como o pré-tratamento ultrassônico, viabiliza o incremento dos rendimentos de açúcares em matérias-primas vegetais e vêm sendo encorajado sua utilização nos últimos anos. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos do pré-tratamento ultrassônico no rendimento de açúcares (Y_{RS}) fermentescíveis de diferentes biomassas residuais de arroz, soja e noqueira-pecã sob hidrólise em água subcrítica. As condições experimentais para o pré-tratamento das biomassas foram: densidade energética (arroz – $1,37 \times 10^3$ J a $20,9 \times 10^3$ J; soja – $1,23 \times 10^3$ J a $14,46 \times 10^3$ J e; noqueira pecã – $2,75 \times 10^3$ J a $37,62 \times 10^3$ J) e tempo de reação (15 e 60 minutos). Já as condições para o processo hidrolítico foram: temperatura (220 °C), vazão (10, 20 e 30 mL/min) e tempo de reação (0,5 a 15 minutos). As análises das soluções hidrolisadas mostraram Y_{RS} de até $23,8 \pm 2,76$ g/ 100g biomassa de cascas de noqueira pecã. Assim, a adição de pré-tratamento ao processo de hidrólise em água subcrítica é uma alternativa altamente viável para a obtenção de açúcares fermentescíveis e valorização dos coprodutos gerados no processamento agrícola.

PALAVRAS-CHAVE: Lignocelulose, Resíduos agrícolas, Tecnologia hidrotérmica.

IMPACT OF THE ULTRASONIC PRE-TREATMENT ON THE KINETICS OF SUBCRITICAL HYDROLYSIS IN AGRICULTURAL RESIDUAL BIOMASSES

ABSTRACT: Obtaining fermentable sugars from lignocellulose-based materials can be achieved through the application of hydrothermal technologies, such as hydrolysis in subcritical water, which promotes matrix disintegration and facilitates obtaining the compounds of interest. Additionally, the application of pre-treatments, such as ultrasonic pre-treatment, which enable the increase of sugar yields in vegetable raw materials, has been encouraged in recent years. In this context, the aim of this study was to evaluate the effects of ultrasonic pre-treatment on the fermentable sugars yield (Y_{RS}) from different residual biomass of rice, soybean, and pecan under subcritical water hydrolysis. The experimental conditions

for the pre-treatment were: energy density (rice – 1.37×10^3 J to 20.9×10^3 J; soybean – 1.23×10^3 J to 14.46×10^3 J; and pecan – 2.75×10^3 J to 37.62×10^3 J) and reaction time (15 and 60 minutes). The conditions for the hydrolytic process were: temperature (220 °C), flow rate (10, 20, and 30 mL/min), and reaction time (0.5 to 15 minutes). The analysis of the hydrolyzed solutions showed Y_{RS} of up to 23.8 ± 2.76 g/100g pecan shells. Accordingly, the addition of pre-treatment to the subcritical water hydrolysis process is a highly viable alternative for obtaining fermentable sugars and valorization of the co-products generated in agricultural processing.

KEYWORDS: Lignocellulose, Agricultural residues, Hydrothermal technology.

INTRODUÇÃO: A aplicação de pré-tratamentos que resultem na ruptura do complexo lignocelulósico presente em matérias-primas residuais agrícolas e em uma maior conversão de elementos estruturais em açúcares fermentescíveis é altamente promissora (ZOGHLAMI; PAËS, 2019). Neste contexto, o pré-tratamento ultrassônico garante maior degradação da lignina e rompimento das estruturas rígidas, por meio da ação de microbolhas formadas e altas temperaturas e pressões do fluido (BUNDHOO; MOHEE, 2018). Além disso, o processo de hidrólise em água subcrítica é um dos principais processos de ruptura da matriz lignocelulósica e conversão em compostos de interesse (SANTOS et al., 2020). A tecnologia utiliza água a uma temperatura inferior ao seu ponto crítico, viabilizando a penetração do elemento na matriz lignocelulósica. Finalmente, a integração de pré-tratamentos eficazes e a tecnologia subcrítica tem proporcionado resultados altamente promissores, resultando em maiores rendimentos de extração e otimização do processo (KHADHRAOUI et al., 2021). Deste modo, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos do pré-tratamento ultrassônico no rendimento de açúcares (Y_{RS}) fermentescíveis de biomassas residuais de arroz, soja e noqueira-pecã sob hidrólise em água subcrítica.

MATERIAL E MÉTODOS: Para uma melhor compreensão das etapas metodológicas realizadas no desenvolvimento deste estudo, um fluxograma é apresentado na Figura 1.

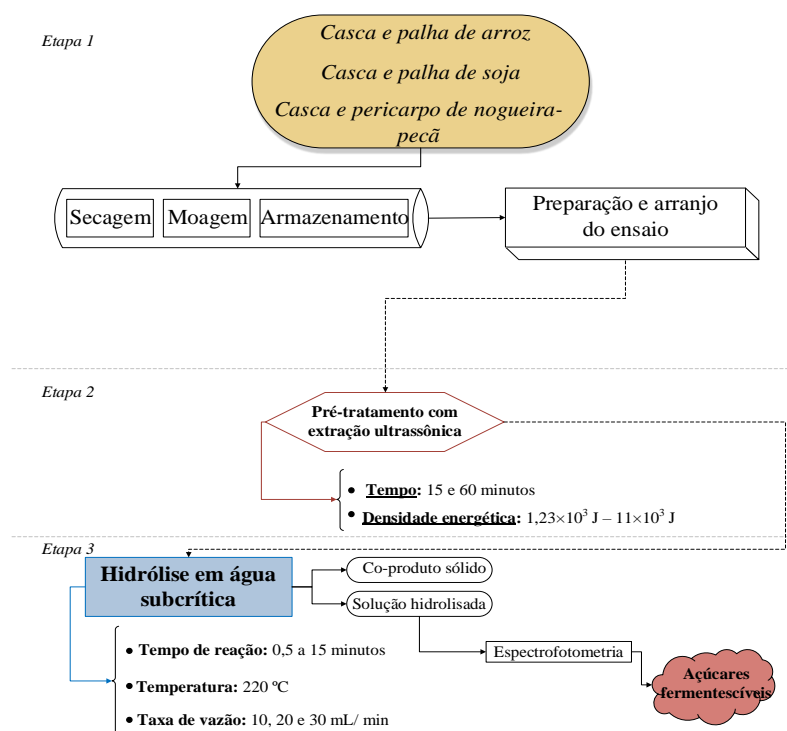


FIGURA 1. Fluxograma com as etapas metodológicas realizadas no estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Em relação ao Y_{RS} , os resultados obtidos para as biomassas de arroz (A e B), soja (C e D) e noqueira-pecã (E e F) são apresentados na Figura 2. Neste contexto, os maiores teores de açúcares fermentescíveis foram obtidos para as biomassas de cascas de noqueira-pecã (Y_{RS} de até $23,8 \pm 2,7$ g/ 100g biomassa) nas condições de pré-tratamento de 60 minutos e densidade energética de 11×10^3 J. Entre os resultados mais promissores obtidos para cada biomassa, o menor teor de açúcares foi de $4,3 \pm 0,2$ g/ 100g biomassa para as biomassas de casca de soja (Tabela 1).

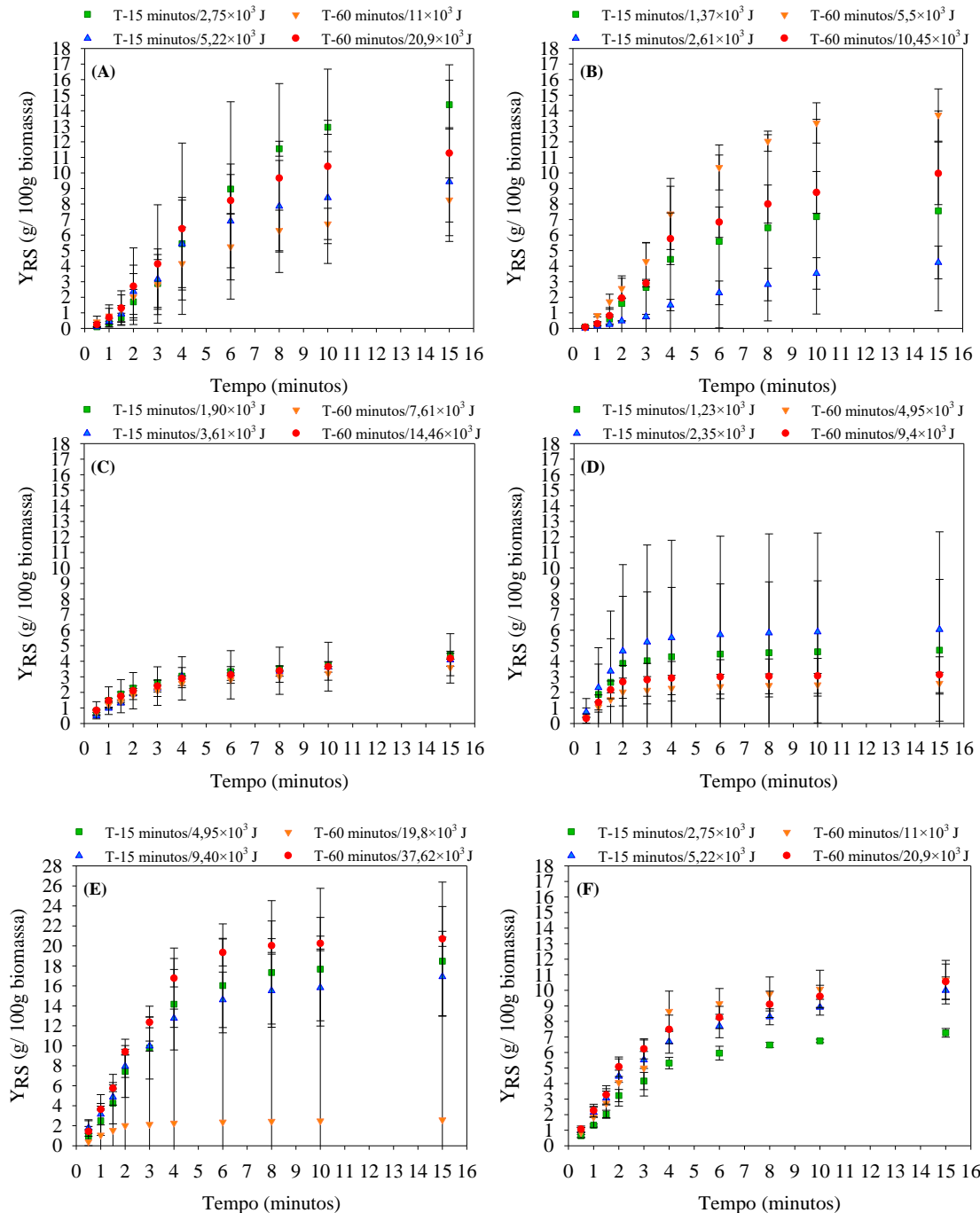


FIGURA 2. Cinética do Y_{RS} (g/ 100g biomassa) em casca (A) e palha (B) de arroz, casca (C) e palha (D) de soja e casca (E) e pericarpo (F) de noqueira-pecã.

TABELA 1. Condições de processo e maiores rendimentos de açúcares (Y_{RS} ; g/ 100g biomassa) para as biomassas de arroz, soja e noqueira-pecã.

Biomassa	Condição	Vazão (mL/min)	Temperatura (°C)	Y_{RS} (g/ 100 g biomassa)
Arroz-Casca	15 min / $2,75 \times 10^3$ J	10	220	$14,4 \pm 1,5^{abcde}$
Arroz-Palha	60 min / $5,5 \times 10^3$ J	10	220	$13,7 \pm 1,6^{abcde}$
Nogueira-Pecã-Casca	60 min / 11×10^3 J	20	220	$23,8 \pm 2,7^a$
Nogueira-Pecã-Pericarpo	60 min / 11×10^3 J	20	220	$10,6 \pm 1,2^{abcd}$
Soja-Casca	15 min / $3,61 \times 10^3$ J	30	220	$4,3 \pm 0,2^e$
Soja-Palha	15 min / $2,35 \times 10^3$ J	30	220	$6,0 \pm 6,2^{abc}$

Ainda, os resultados alcançados neste trabalho foram semelhantes àqueles verificados para diferentes biomassas de noqueira-pecã (SANTOS et al., 2020), arroz (ABAIDE et al., 2019) e soja (VEDOVATTO et al., 2021) em condições de processo específicas investigadas. Entretanto, instiga-se o desenvolvimento de estudos que visem à otimização da integração de pré-tratamentos, especialmente o pré-tratamento ultrassônico, com tecnologias hidrotérmicas para a obtenção de compostos de interesses em biomassas vegetais.

CONCLUSÕES: As análises das soluções hidrolisadas evidenciaram Y_{RS} de até $23,8 \pm 2,7$ g/ 100g biomassa para cascas de noqueira pecã, nas condições de pré-tratamento de 60 minutos e densidade energética de 11×10^3 J. Com isso, conclui-se que a integração de tecnologias de pré-tratamento associadas à tecnologia subcrítica é uma alternativa promissora para a abordagem de reciclagem e agregação de valor de resíduos agrícolas sob os conceitos de biorrefinaria.

AGRADECIMENTOS: À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS).

REFERÊNCIAS:

- ABAIDE, E. R. et al. Subcritical water hydrolysis of rice straw in a semi-continuous mode. **Journal of Cleaner Production**, v. 209, 2019.
- BUNDHOO, Z. M. A.; MOHEE, R. Ultrasound-assisted biological conversion of biomass and waste materials to biofuels: a review. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 40, p. 298–313, 2018.
- KHADHRAOUI, B. et al. Review of ultrasound combinations with hybrid and innovative techniques for extraction and processing of food and natural products. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 76, 2021.
- SANTOS, M. S. N. dos et al. Optimization of subcritical water hydrolysis of pecan wastes biomasses in a semi-continuous mode. **Bioresource Technology**, v. 306, 2020.
- VEDOVATTO, F. et al. Subcritical water hydrolysis of soybean residues for obtaining fermentable sugars. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 167, 2021.
- ZOGLAMI, A.; PAËS, G. Lignocellulosic biomass: understanding recalcitrance and predicting hydrolysis. **Frontiers in Chemistry**, v. 7, 2019.