

EFEITO DA GRANULOMETRIA DA CASCA DE ARROZ NO RENDIMENTO DO BIO-ÓLEO EM REATOR DE PIRÓLISE DE LEITO FIXO

Mirian Dosolina Fusinato¹; Ana Paula Stefanelo e Silva²;
Sarah Alves Duarte Araujo Rodrigues²; Ana Flávia Gomes²; Pedro José Sanches
Filho²; Rafael de Ávila Delucis³

¹UFPEL- Universidade Federal de Pelotas – mirfusinato@gmail.com

²IFSUL- Instituto Federal Sul-rio-grandense Campus Pelotas - pedrofilho@ifsul.edu.br

³UFPEL- Universidade Federal de Pelotas – rafael.delucis@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A casca de arroz (CA) representa cerca de 20% da massa da planta e é um resíduo amplamente gerado em todo o mundo, com o Brasil sendo um dos principais produtores de arroz, com cultivo predominante na região sul do Rio Grande do Sul, além de Mato Grosso e Santa Catarina. Atualmente, o desafio reside em sua gestão adequada, pois o descarte inadequado pode resultar em problemas ambientais. No entanto, a CA oferece oportunidades econômicas subexploradas em diversos setores. Comparativamente ao petróleo, a CA é considerada uma biomassa com baixas emissões de poluentes como SO₂, NO_x e fuligem. Além disso, possui um alto poder calorífico de aproximadamente 15,39 MJ.kg⁻¹, tornando-se uma candidata promissora em processos termoquímicos, como a pirólise (CHEN et al., 2021). Além disso, o CO₂ liberado durante sua queima é compensado pelo processo de fotossíntese nas plantações subsequentes, neutralizando a pegada de carbono associada à produção da CA.

A pirólise consiste no craqueamento da biomassa através do aquecimento em uma atmosfera inerte. Basicamente, esse processo dá origem a três produtos: fase sólida (biochar), fase líquida (bio-óleo) e fase gasosa (gás de síntese) (ARÂMBURU et al., 2022). A qualidade e o rendimento dos produtos obtidos na pirólise dependem da matéria-prima, do equipamento e das condições de processo ajustadas (GUPTA; GUPTA; MONDAL, 2019). Os esforços científicos recentemente publicados incluem os efeitos dos seguintes parâmetros de processo: temperatura, taxa de aquecimento, tempo de residência, pressão, tipo de reator, uso de catalisadores, tipo de atmosfera, tipo de resfriamento, entre outros (MOHAN; PITTMAN; STEELE, 2006). A granulometria da matéria-prima, no entanto, remanesce como um fator inexplorado na literatura. Segundo a revisão de literatura de (GUEDES; LUNA; TORRES, 2018), as informações conflitantes encontradas na literatura não permitem definir uma granulometria ideal para sistemas de pirólise, o que provavelmente também depende do tipo de reator. Este trabalho tem por objetivo estudar o efeito da granulometria da CA no rendimento do bio-óleo gerado através da pirólise lenta em reator de leito fixo.

2. METODOLOGIA

A casca de arroz (CA) foi submetida a um processo de trituração em um moinho de facas, seguido pelo fracionamento granulométrico por meio de peneiramento, resultando na obtenção de três amostras distintas com as seguintes faixas de tamanhos: partículas grossas (1-2 mm), médias (0,71-1 mm) e finas (0,5-0,71 mm). Cada fração foi posteriormente submetida à secagem em

uma estufa a 100 °C até alcançar um peso constante. Em seguida, as amostras foram alimentadas diretamente no reator no início do processo de pirólise.

A pirólise foi conduzida em uma planta piloto (reator modelo Sinovo-250, marca Bioware) localizada no Campus Pelotas do IFSul, seguindo condições similares àquelas ajustadas por (VALADÃO et al., 2021). O processo envolveu o uso de 150 g de CA, uma atmosfera de nitrogênio (N_2) com uma vazão de 100 ml/min e um tempo de residência de 1 hora e 10 minutos. Os compostos voláteis gerados durante a pirólise foram condensados através de um sistema de refrigeração com temperaturas inferiores a 10 °C, enquanto os compostos não condensados foram considerados parte da fração gasosa. O fluxograma completo do processo pode ser visualizado na Figura 1. Após cada ensaio, os produtos resultantes, biochar e bio-óleo, foram quantificados gravimetricamente, enquanto a fração gasosa, conhecida como bio-gás, foi calculada por diferença com base na massa inicial da amostra. Cada uma das três frações foi submetida a três repetições do processo de pirólise.

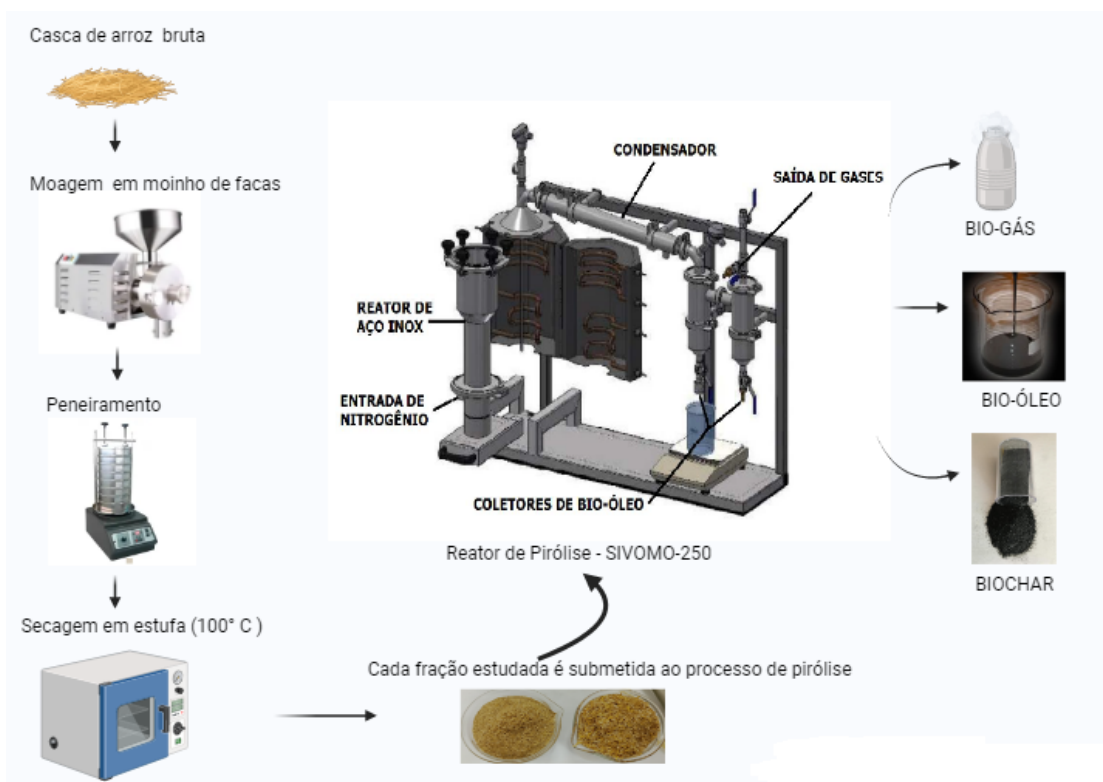


Figura 1 - Fluxograma do processo de pirólise.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados médios obtidos para cada fração granulométrica pirolisada são mostrados na Figura 2. Os níveis obtidos de rendimentos dos produtos de pirólise estão dentro da faixa normal verificada na literatura para granulometrias similares. Isso indica que os resultados experimentais estão em consonância com as expectativas baseadas em pesquisas anteriores e validam a consistência do processo de pirólise usado. Em resumo, os resultados consistentes com a literatura fortalecem a credibilidade do presente estudo.

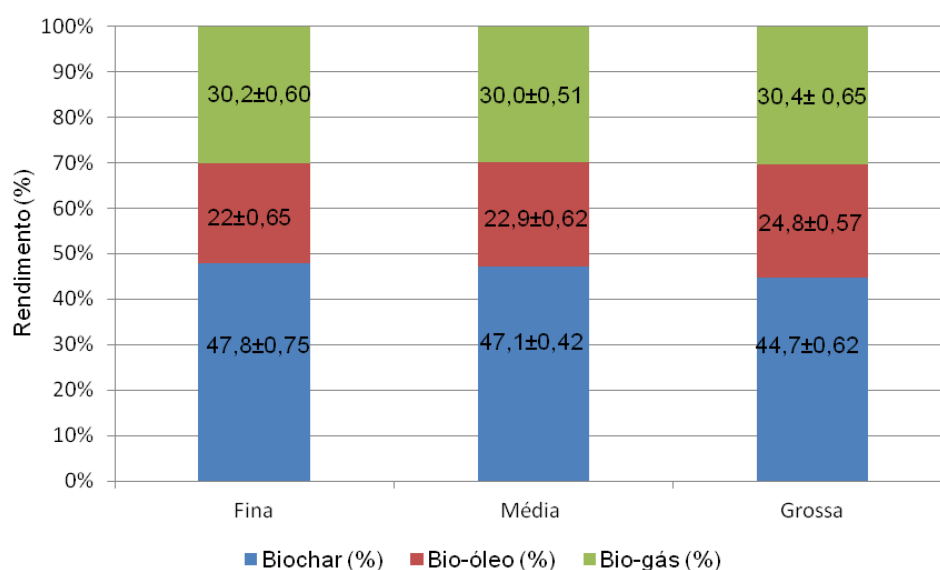


Figura 2 - Rendimentos dos produtos de pirólise.

Em termos de bio-gás, verificou-se que todas as faixas granulométricas propostas no presente estudo não ocasionaram mudanças notáveis. Essa estabilidade pode ser vista como uma vantagem prática, pois simplifica o processo de ajuste de parâmetros de produção com base na granulometria, facilitando o gerenciamento da produção de bio-gás. Algo similar ocorreu quanto aos rendimentos de bio-óleo e bio-char em toda a faixa granulométrica compreendida, no presente estudo, entre as partículas finas e médias, uma vez que tais rendimentos também resultaram similares. Esses resultados sugerem estabilidade de todas as principais reações de decomposição térmica das substâncias orgânicas presentes na CA, incluindo as formações de gases voláteis, como metano (CH_4), hidrogênio (H_2), monóxido de carbono (CO) e dióxido de carbono (CO_2) (ARÂMBURU et al., 2022).

Contudo, a pirólise das partículas mais grossas resultou em um aumento no rendimento de bio-óleo acompanhado de uma diminuição no rendimento de bio-char. Partículas maiores, como as da faixa mais grossa, podem permitir uma melhor transferência de calor durante a pirólise. Isso pode levar a uma maior liberação de compostos voláteis da biomassa, como hidrocarbonetos, fenóis e aldeídos, resultando em um aumento no rendimento de bio-óleo (HOANG et al., 2021).

Partículas maiores podem permitir um melhor aproveitamento do calor durante a pirólise, resultando em uma produção mais eficiente de bio-óleo e bio-char. Além disso, as partículas maiores podem reter menos carbono sólido durante a pirólise, resultando em uma menor formação de bio-char. A maior liberação de gases voláteis pode também contribuir para uma menor produção de bio-char. Além de tudo isso, considerando que o bio-óleo é consensualmente o mais valioso produto de pirólise de biomassa e também que o processo de moagem necessário à obtenção de partículas finas é mais custoso econômica e ecologicamente, ainda é possível verificar que a utilização de partículas maiores na pirólise pode apresentar vantagens adicionais, tais como: economia de energia (associada ao consumo de energia de equipamentos de moagem), redução de resíduos e emissões (pois a moagem de partículas menores gera uma quantidade maior de poeiras, que podem representar riscos ambientais) e menor desgaste de

equipamentos (pois a moagem de partículas finas pode causar um desgaste considerável nos equipamentos, aumentando os custos de manutenção e a necessidade de substituição de peças) (YANG et al., 2016).

4. CONCLUSÕES

A escolha da granulometria da casca de arroz a ser usada na pirólise pode ser influenciada pelos objetivos do processo. Se o foco for a produção de bio-óleo, a utilização de partículas mais grossas pode ser benéfica. Por outro lado, se o objetivo for a produção de bio-char de alta qualidade, as partículas mais finas podem ser preferíveis. Em resumo, os resultados indicam que a granulometria da casca de arroz tem um impacto diferenciado nos rendimentos de produtos durante a pirólise, o que oferece oportunidades para otimização do processo com base nos objetivos específicos de produção. Em estudos futuros previstos na tese de doutorado, o bio-óleo e o bio-char gerados mediante o processo de pirólise aqui descrito serão investigados quanto a diferentes aplicações de interesse da indústria cimenteira.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARÂMBURU, A. et al. Forestry Wastes: Technical Concepts, Economic Circularity, and Sustainability Approaches. In: **Handbook of Waste Biorefinery**. Cham: Springer International Publishing, 2022. p. 369–415.
- CHEN, C. et al. Rice husk and rice straw torrefaction: Properties and pyrolysis kinetics of raw and torrefied biomass. **Environmental Technology & Innovation**, v. 24, p. 101872, nov. 2021.
- GUEDES, R. E.; LUNA, A. S.; TORRES, A. R. Operating parameters for bio-oil production in biomass pyrolysis: A review. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**, v. 129, p. 134–149, jan. 2018.
- GUPTA, S.; GUPTA, G. K.; MONDAL, M. K. Slow pyrolysis of chemically treated walnut shell for valuable products: Effect of process parameters and in-depth product analysis. **Energy**, v. 181, p. 665–676, ago. 2019.
- HOANG, A. T. et al. Progress on the lignocellulosic biomass pyrolysis for biofuel production toward environmental sustainability. **Fuel Processing Technology**, v. 223, p. 106997, dez. 2021.
- MOHAN, D.; PITTMAN, C. U.; STEELE, P. H. Pyrolysis of Wood/Biomass for Bio-oil: A Critical Review. **Energy & Fuels**, v. 20, n. 3, p. 848–889, 1 maio 2006.
- VALADÃO, L. et al. Estudo comparativo dos bio-óleos obtidos por pirólises rápida e lenta do caroço de pêssego. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 26, n. 4, p. 757–764, ago. 2021.
- YANG, Q. et al. Greenhouse gas emissions of a biomass-based pyrolysis plant in China. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 53, p. 1580–1590, jan. 2016.