

CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUO DE DEMOLIÇÃO DE MADEIRA DA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA FINS ENERGÉTICOS

Clarissa R. S. Rodrigues¹; Andréia C. Furtado¹; Leonardo S. Arrieche¹.

1 Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Programa de Pós-Graduação em Energia e Sustentabilidade.

Palavras-Chave: Resíduo lignocelulósico, bioenergia, preparação.

Introdução

A indústria da construção civil desempenha um papel de destaque na economia do país. De acordo com a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (2021), nos últimos dez anos, estima-se que o setor contribuiu com 22% do produto interno bruto (PIB) da indústria e empregou mais de 10 milhões de pessoas em 2019. No entanto, apesar de sua importância nacional, o alto índice de atividades construtivas resulta na geração de grandes volumes de resíduos sólidos, acarretando impactos ambientais consideráveis.

Simultaneamente, projeções de crescimento populacional e econômico que impactam na elevação da demanda de energia elétrica no país, que possui uma matriz de fontes de geração diversificada, porém prioritariamente hídrica. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (2019), 66,6% do suprimento de energia elétrica do país provém de geração hidráulica, que está sujeita às vulnerabilidades climáticas, sendo assim a exploração de energias alternativas ganha importância no panorama nacional.

Frente às preocupações a respeito do futuro energético, a literatura registra estudos que incentivam a utilização de tecnologias para produção de energias alternativas, tal qual a utilização de resíduos lignocelulósicos como biomassa. A maioria das investigações tem foco nas características da biomassa, pré-tratamento, conversão termoquímica e bioquímica e uso de biocombustíveis (ABDULLAH et al., 2020; ASADIERAGHI; DAUD, 2014; BALAT et al., 2009; BASU; BUTLER; LEON, 2011; BATISTA; GOMES, 2021; GASSNER; MARECHAL, 2013; HOANG; ÖLÇER; NIŽETIĆ, 2021; KIM; HAN, 2017; MATHANKER et al., 2020; MCKENDRY, 2002; ZAWISŁAK et al., 2020). Contudo, a utilização deste material deve ser cuidadosamente analisada, pois nenhuma tecnologia de conversão de energia é absolutamente isenta de emissões e impactos ambientais. Desde a extração de recursos até a prestação de serviços de energia, poluentes e resíduos são produzidos, emitidos ou eliminados. Além de tecnicamente viáveis, as tecnologias para obtenção de bioenergia precisam ter competitividade suficiente para substituir os combustíveis tradicionais, deste modo, o estudo de processos mais eficientes torna-se indispensável para a tomada de decisões.

Diante da necessidade de apoiar as ações que reduzam os impactos ambientais gerados pela indústria da construção civil e de desenvolvimento de tecnologias que utilizem energias alternativas, esta pesquisa visa avaliar a viabilidade da utilização do resíduo de madeira da construção civil como biomassa para geração de energia. Para isto, é fundamental o amplo conhecimento das propriedades da biomassa, pois suas características interferem diretamente na seleção dos métodos de pré-tratamento, tecnologias de conversão e rendimento dos produtos.

Material e Métodos

Para o desenvolvimento da fase experimental da pesquisa, foi utilizado o resíduo de madeira da construção civil, especificamente gerado a partir da demolição de uma edificação

da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, localizada na cidade de Foz do Iguaçu-PR, a coletada foi realizada em fevereiro de 2020.

Inicialmente, a amostra foi submetida a redução de tamanho de partículas por meio de lascamento e, em seguida, seca em estufa até atingir massa constante, garantindo a remoção da umidade. A distribuição granulométrica da amostra foi determinada por peneiramento a seco, conforme a norma ABNT NBR 7181/2018, com tempo de peneiramento de 15 minutos. Este procedimento permitiu a obtenção de uma distribuição precisa das partículas. Posteriormente, a caracterização das amostras foi realizada por meio da determinação da análise imediata, de acordo com os padrões estabelecidos pelas normas ASTM E1755 e ASTM E872. O poder calorífico superior foi calculado por meio da correlação apresentada na Equação 1, conforme descrito por PARIKH, CHANNIWALA e GHOSAL (2005). Para assegurar a confiabilidade dos resultados, todos os testes foram realizados em triplicata.

$$PCS = 0,3536T_{CF} + 0,1559 T_V - 0,0078T_C \quad (1)$$

Onde:

PCS o poder calorífico superior em MJ/kg;

T_{CF} teor de carbono fixo;

T_V teor de voláteis; e

T_C teor de cinzas.

Resultados e Discussão

A redução das partículas da biomassa é um processo importante para sua utilização como combustível, pois a dimensão de suas partículas afeta diretamente a fluidez, reatividade do material (OYEDEJI et al., 2020) e densidade aparente (CHALOUPOKOVÁ et al., 2018). Os resultados obtidos após o peneiramento da amostra são apresentados na Tabela 1. Verifica-se que o maior percentual de partículas se encontra entre 0,6 e 2,36 mm.

Tabela 01. Dimensão das partículas

Tamanho das partículas	% em massa
4,75 – 2,36 mm	10,73
2,36 – 1,18 mm	38,84
1,18 – 0,6 mm	36,86
0,6 – 0,3 mm	9,69
0,3 – 0,15 mm	2,65
<0,15 mm	1,23

O diâmetro da amostra, determinado pelo método de redução utilizado, é adequado para produção de briquetes. No entanto, para processos de conversão como pirólise e gaseificação é necessária a utilização de material com menor granulometria (OYEDEJI et al., 2020). Neste caso, serão demandados outros métodos de redução. É importante ressaltar, que a energia necessária para realização dos procedimentos de redução deve ser cuidadosamente analisada, pois podem impactar na viabilidade da operação.

O conhecimento das propriedades físico-químicas da biomassa é importante para o dimensionamento dos equipamentos, seleção de materiais, planejamento logístico e avaliação técnico-econômica (YAN et al., 2020). Para entender as características do material, foram realizados experimentos cujos resultados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Caracterização Físico-Química do resíduo de madeira da construção civil.

Características	Amostra	Desvio padrão
Umidade (%)	12,20	1,08
Teor de voláteis (%)	61,72	4,75
Teor de cinzas (%)	0,43	0,24
Teor de carbono fixo (%)	26,83	5,42
Poder calorífico superior (MJ/kg)	19,68	-

Os resultados apontam que a amostra apresenta um teor de umidade de 12,20%, que é mais alto em relação a valores encontrados em estudo anteriores, como Kim *et al.* (2014), onde o teor de umidade era em torno de 2,84%. No entanto, levantamentos realizados por Yan *et al.* (2020) indicam que a umidade ideal para melhores rendimentos é abaixo de 20%, logo a amostra analisada se enquadra nesse parâmetro. Além disso, o resíduo estudado apresentou alto teor de voláteis, carbono fixo e poder calorífico superior, e baixo teor de cinzas, evidenciando o seu potencial de uso como fonte energética. Essas características são equivalentes às encontradas por Kim *et al.* (2014), Dias Junior *et al.* (2017) e Nasrullah *et al.* (2014), o que reforça a viabilidade do resíduo como biomassa para geração de energia.

Conclusões

A caracterização físico-química da biomassa permitiu constatar que a amostra apresentou teor de voláteis, carbono fixo, teor de cinzas e umidade e poder calorífico superior, compatível ao de biomassas semelhantes, o sinalizou positivamente para a aplicação proposta. Além disso, a dimensão das partículas é adequada para produção de briquetes, o que reforça o potencial do resíduo de madeira da construção civil como uma fonte viável de bioenergia.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências

- ABDULLAH, A. *et al.* Bioenergy potential and thermochemical characterization of lignocellulosic biomass residues available in Pakistan. **Korean Journal of Chemical Engineering**, v. 37, n. 11, p. 1899–1906, 1 nov. 2020
- ASADIERAGHI, M.; DAUD, W. Characterization of lignocellulosic biomass thermal degradation and physiochemical structure: Effects of demineralization by diverse acid solutions. **ENERGY CONVERSION AND MANAGEMENT**, v. 82, p. 71–82, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **7181**: Solo - Análise granulométrica. Rio de Janeiro: Abnt, 2016.
- ASTM. **E1755**. Standard Test Method For Ash In Biomass., 1984.
- ASTM. **E872**. Standard Test Method For Volatile Matter In The Analysis Of Particulate Wood Fuels., 2013.
- BALAT, M. *et al.* Main routes for the thermo-conversion of biomass into fuels and chemicals. Part 1: Pyrolysis systems. **Energy Conversion and Management**, v. 50, n. 12, p. 3147–3157, dez. 2009.

- BASU, P.; BUTLER, J.; LEON, M. A. Biomass co-firing options on the emission reduction and electricity generation costs in coal-fired power plants. **Renewable Energy**, v. 36, n. 1, p. 282–288, jan. 2011.
- BATISTA, R. R.; GOMES, M. M. Effects of Chemical Composition and Pyrolysis Process Variables on Biochar Yields: Correlation and Principal Component Analysis. **Floresta e Ambiente**, v. 28, n. 3, p. 1–12, 2021.
- CHALOUPOKOVÁ, Veronika; IVANOVA, Tatiana; EKRT, Ondřej; KABUTEY, Abraham; HERÁK, David. Determination of Particle Size and Distribution through Image-Based Macroscopic Analysis of the Structure of Biomass Briquettes. **Energies**, [S.L.], v. 11, n. 2, p. 331, 2 fev. 2018. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/en11020331>.
- CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Informativo econômico: A importância da Construção Civil**. 2021.
- DIAS JÚNIOR, A. F.; ANUTO, R. B.; ANDRADE, C. R.; SAOUZA, D.; TAKESHITA, S.; BRITO, J. O.; NOLASCO, A. M. Influence of Eucalyptus wood addition to urban wood waste during combustion. **Cerne**, v. 23, n. 4, p. 455–464, out/dez. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/01047760201723042337>
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2019**. Rio de Janeiro. Maio 2019. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/>. Acesso em: jul., 2019.
- GASSNER, M.; MARECHAL, F. Increasing Efficiency of Fuel Ethanol Production from Lignocellulosic Biomass by Process Integration. **ENERGY & FUELS**, v. 27, n. 4, p. 2107–2115, 2013.
- HOANG, A. T.; ÖLÇER, A. I.; NIŽETIĆ, S. Prospective review on the application of biofuel 2,5-dimethylfuran to diesel engine. **Journal of the Energy Institute**, v. 94, p. 360–386, 2021.
- KIM, J. W.; LEE, H. W.; LEE, I.; JEON, J.; RYU, C.; PARK, S. H.; JUNG, S. PARK, Y. Influence of reaction conditions on bio-oil production from pyrolysis of construction waste wood. **Renewable Energy**, v. 65, p. 41–48, jul. 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2013.07.009>
- KIM, S.; HAN, J. Enhancement of energy efficiency and economics of process designs for catalytic co-production of bioenergy and bio-based products from lignocellulosic biomass. **International Journal of Energy Research**, v. 41, n. 11, p. 1553–1562, 1 set. 2017.
- MATHANKER, A. et al. Hydrothermal liquefaction of lignocellulosic biomass feedstock to produce biofuels: Parametric study and products characterization. **Fuel**, v. 271, 1 jul. 2020.
- MCKENDRY, P. Energy production from biomass (part 2): conversion technologies. **Bioresource Technology**, v. 83, p. 47–54, 2002
- NASRULLAH, M.; VAINIKKA, P.; HANNULA, J.; HURME, M.; KÄRKI, J. Mass, energy and material balances of SRF production process. Part 2: SRF produced from construction and demolition waste. **Waste Management**, v. 34, n. 11, p. 2163–2170, jul. 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2014.06.009>
- OYEDEJI, Oluwafemi; GITMAN, Philip; QU, Jun; WEBB, Erin. Understanding the Impact of Lignocellulosic Biomass Variability on the Size Reduction Process: a review. **Acs Sustainable Chemistry & Engineering**, [S.L.], v. 8, n. 6, p. 2327–2343, 21 jan. 2020. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/acssuschemeng.9b06698>.
- PARIKH, J.; CHANNIWALA, S. A.; GHOSAL, G. K. A correlation for calculating HHV from proximate analysis of solid fuels. **Fuel**, v. 84, p. 487–494, 2005.
- YAN, Jipeng; OYEDEJI, Oluwafemi; LEAL, Juan H.; DONOHOE, Bryon S.; SEMELSBERGER, Troy A.; LI, Chenlin; HOOVER, Amber N.; WEBB, Erin; BOSE, Elizabeth A.; ZENG, Yining. Characterizing Variability in Lignocellulosic Biomass: a review. **Acs Sustainable Chemistry & Engineering**, [S.L.], v. 8, n. 22, p. 8059–8085, 4 maio 2020. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/acssuschemeng.9b06263>.
- ZAWIŚLAK, K. et al. The use of lignocellulosic waste in the production of pellets for energy purposes. **Renewable Energy**, v. 145, p. 997–1003, 1 jan. 2020.