

ESTUDO COMPARATIVO DA CARBONIZAÇÃO DE MADEIRA E ARROZ*

*Victória Beatriz Rontal Moisés¹
Vinicius Franca Oliveira¹
Cyro Takanó²
Marcelo Breda Mourão²*

Resumo

O trabalho apresenta resultados obtidos em estudos sobre carbonização de madeira e de arroz, que são biomassas que podem ser usadas como fonte de energia e são encontradas em diversos tipos de resíduos ou podem ser colhidas especificamente para esse uso. Amostras de madeira e arroz foram carbonizadas nas mesmas condições e os produtos obtidos foram submetidos a diferentes técnicas de caracterização. Foi demonstrado que os carvões obtidos apresentam diferentes microestruturas, embora ambos sejam compostos principalmente de carbono amorfo. A dureza do carvão de arroz é maior que a do carvão vegetal de madeira; essa diferença foi atribuída à estrutura obtida.

Palavras-chave: Biomassa, carvão vegetal de madeira, carvão vegetal de arroz.

COMPARATIVE STUDY ON CARBONIZATION OF WOOD AND RICE

Abstract

The paper presents results obtained in studies about carbonization of wood and rice, which are biomasses that can be use as energy source and are found in several types of wastes or can be harvested specifically for this use. Samples of wood and rice were carbonized at the same conditions and the obtained products were submitted to different characterization techniques. It was shown that the obtained charcoals present different microstructures, although both of them are mainly composed of amorphous carbon. The hardness of the rice charcoal is higher than the one of the wood charcoal; this difference was attributed to the obtained structure.

Keywords: Biomass, wood charcoal, rice charcoal.

(1) Estudante de Graduação; Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brazil

(2) Professor Associado, Doutor em Engenharia, Livre-Docente, Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Braz

Introdução

Um dos desafios no contexto do desenvolvimento sustentável é a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE). O carvão fóssil, que responde por 41% da produção mundial de eletricidade, parece ser um obstáculo a essa meta. (1) Outros materiais carbonosos de características energéticas e físico-químicas similares aparecem como possíveis substitutos do carvão fóssil na produção de energia elétrica e em outros processos industriais. [1]

A biomassa, definida como toda matéria orgânica, seja de origem animal, vegetal ou microorganismo, suscetível de ser transformada em energia, é uma das fontes energéticas mais antigas da humanidade. É a quarta maior fonte de combustíveis, atrás apenas de petróleo, carvão fóssil e gás natural, e possui características que a tornam atraente, como ser um recurso orgânico renovável com disponibilidade global e que pode ser produzido de forma sustentável, além de menor emissão de gases de efeito estufa e maior diversidade a ser explorada [2]. A figura 1 apresenta um gráfico mostrando os vários tipos de biomassa. [3]

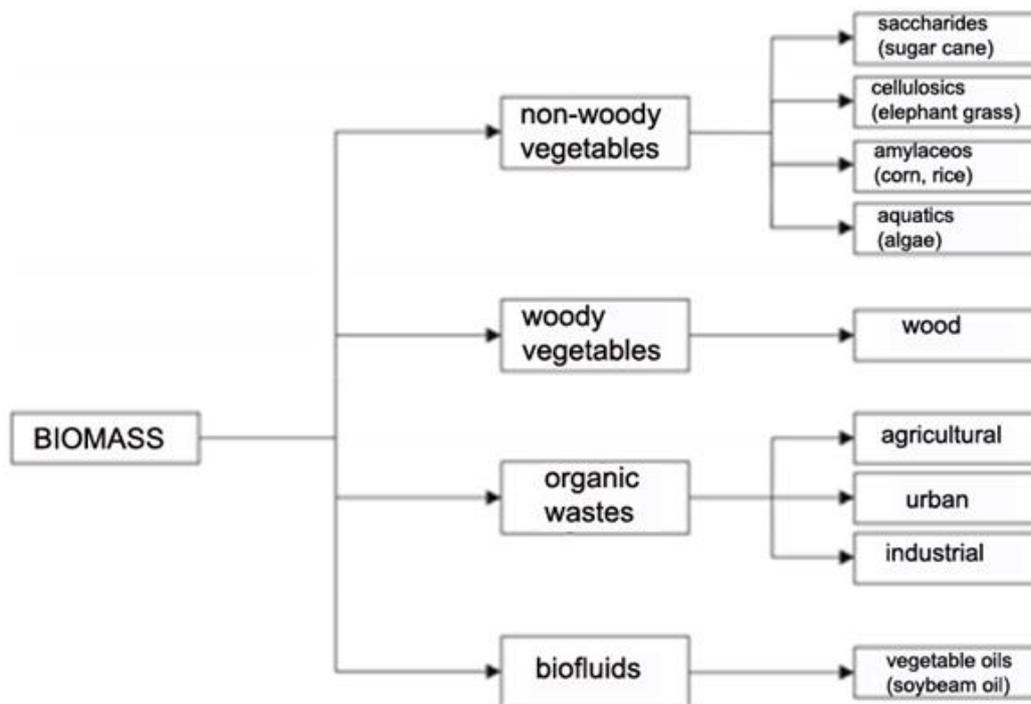


Figure 1: Tipos de biomassa de acordo com a fonte.

A madeira tem sido usada para produção de carvão vegetal desde a antiguidade. Os principais constituintes macromoleculares da parede celular de todas as espécies de madeira são: celulose, hemicelulose (poliose) e lignina, sendo a celulose o principal componente. Tanto a celulose como a hemicelulose são polissacarídeos. A lignina, do ponto de vista morfológico, é um polímero aromático com uma estrutura amorfa. A Figura 2 apresenta uma análise termogravimétrica da madeira de eucalipto realizada nos laboratórios da USP.

O amido, assim como a celulose, é um polissacarídeo formado por moléculas de glicose. O amido é formado pelas cadeias de amilose e amilopectina, sendo a fonte mais importante de carboidratos na alimentação humana, representando 80% a 90% de todos os polissacarídeos da dieta. A amilose é formada por unidades de

glicose na forma de uma cadeia linear. A amilopectina é formada por unidades de glicose ligadas em uma estrutura ramificada. A quantidade de amilose varia entre diferentes tipos de arroz [4]. O amido é encontrado em plantas sob a forma de grânulos.

Uma das diferenças (a mais importante no estudo da decomposição térmica) é que o amido sofre um processo chamado gelatinização, que representa a dilatação dos grãos em meio aquoso a temperaturas acima de 60 ° C, quando as cadeias poliméricas se rompem, liberando os polissacarídeos constituintes (amilose e amilopectina), resultando em aumento de volume e diminuição de massa. O aquecimento a temperaturas mais altas provoca a transição vítrea (215 a 240 ° C, aproximadamente), o que é análogo à temperatura de fusão em materiais cristalinos.

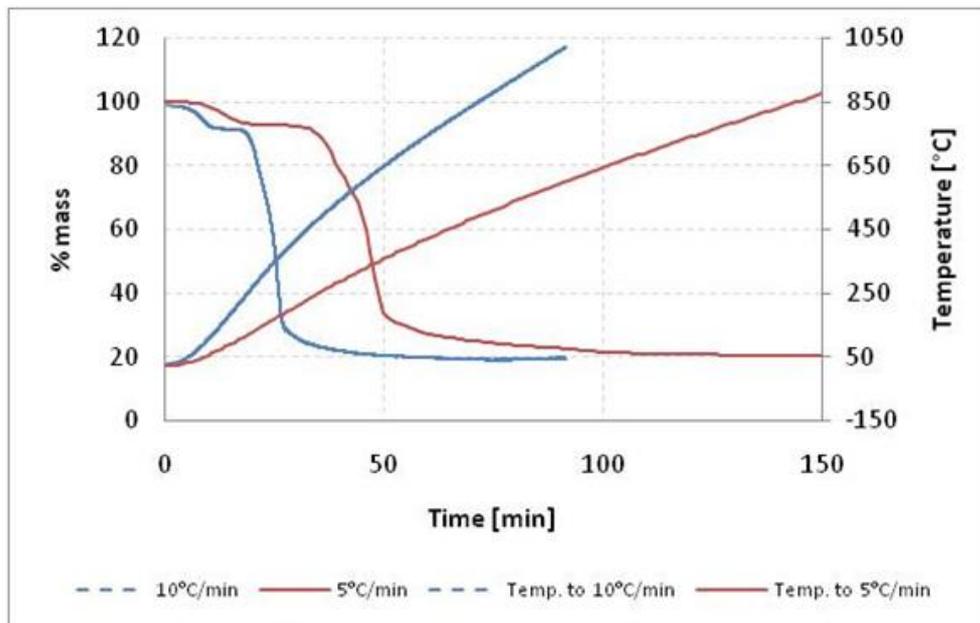


Figura 2: Análise termogravimétrica do Eucalyptus Saligna.

O arroz branco seco consiste principalmente em amido (87,6%), apresentando menor quantidade de proteína (8,9%), lipídios (0,4%), fibras (2,8%) e cinzas (0,3%). A Figura 3 apresenta resultados, obtidos nos Laboratórios da Universidade de São Paulo, de análise termogravimétrica do arroz cru.

Também é possível, usando dados obtidos nas referências [4] e [5], apresentar a análise aproximada de madeira obtida de um eucalipto e de arroz cru, Tabela 1.

O objetivo deste trabalho é obter carvões de arroz e de madeira, em condições semelhantes, e caracterizar os produtos comparando os dois tipos de carvão obtidos.

Tabela 1: Análise imediata de madeira e de arroz.

	Fixed carbon wt%	Volatile matter wt%	Ashes wt%
Eucalyptus wood, dry	22,2	76,5	1,3
Raw rice, dry	13,4	84,5	1,7

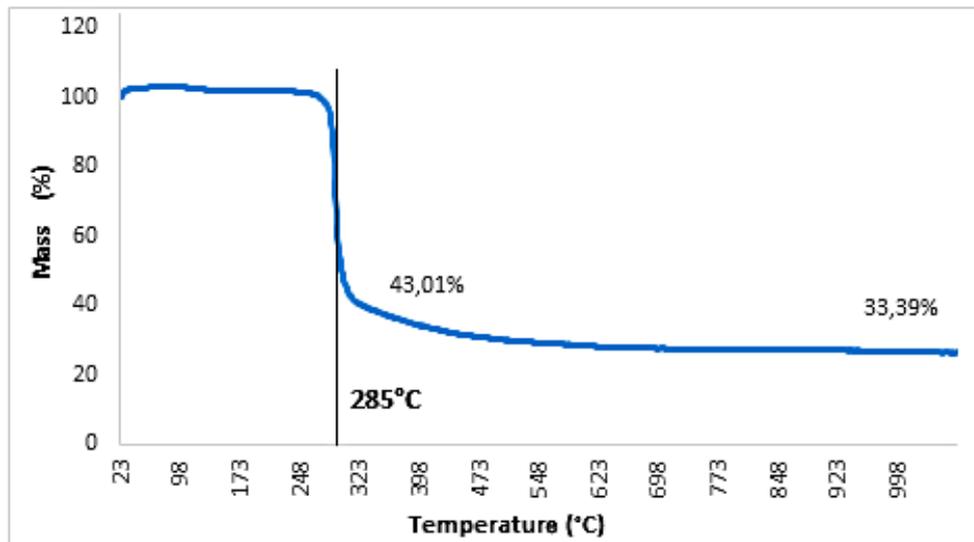


Figure 3: Análise termogravimétrica de arroz cru.[4]

Experimental

Cubos de madeira de *Eucalyptus Saligna*, com 0,02 m de lado, e arroz cru tipo 1 (agulha) foram carbonizados nas temperaturas de 400, 600 e 1000 ° C. O procedimento experimental foi o mesmo para as amostras de arroz e madeira. As amostras foram carbonizadas a 400 ° C por 3 horas, após o que algumas amostras foram retiradas do forno e as amostras remanescentes foram aquecidas a 600 ° C e mantidas nesta temperatura por 1 hora. Depois disso, algumas amostras foram retiradas e as amostras restantes foram aquecidas a 1000 ° C por 1 hora. Após o resfriamento, as amostras foram caracterizadas e comparadas.

Resultados e discussão

A Figura 4 apresenta imagens de Microscopia Eletrônica de Varredura de amostras de carvão. As Figuras 4A e 4B apresentam, respectivamente, carvão vegetal obtido a partir de madeira e de arroz, carbonizado a 400 ° C, enquanto que as figuras 4C e 4D apresentam o mesmo para uma temperatura de 1000 ° C. Pode-se observar que o carvão vegetal da madeira apresenta uma microestrutura fibrosa característica, e o carvão de arroz apresenta uma microestrutura mais uniforme, devido às mudanças ocorridas quando o material foi aquecido a temperaturas acima da temperatura de transição vítrea.

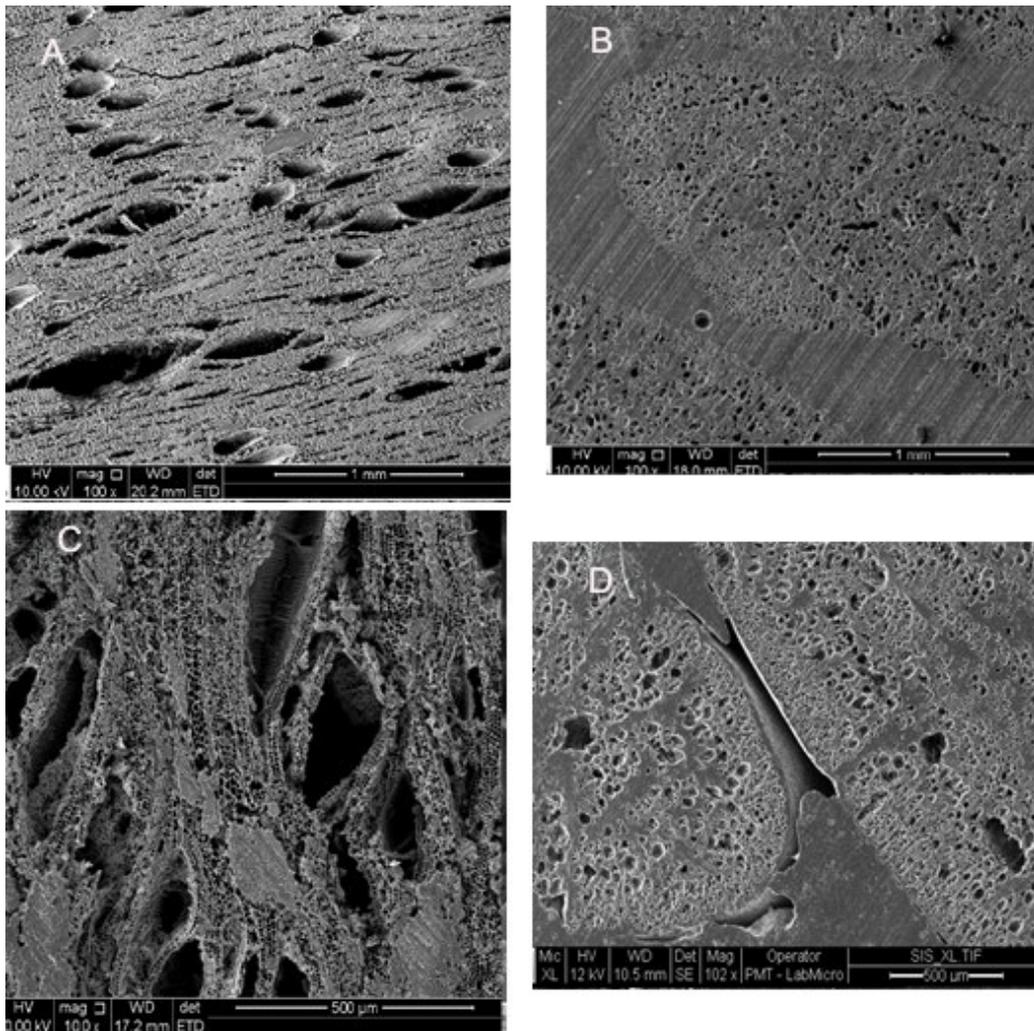


Figura 4: Microestrutura do carvão vegetal obtido após carbonização a 400 ° C (A) e a 1000 ° C (C); o mesmo para o carvão de arroz em (B, 400 ° C) e (D, 1000 ° C).

A Figura 5 apresenta os resultados da análise de difração de Raios-X de carvões de madeira e de arroz após a carbonização, juntamente com os resultados para grafita pura. A grafita pura apresenta seu pico principal, correspondente ao plano (002), em 2θ igual a 26° [6]. Pode-se observar para ambos os materiais a ocorrência de um pico de intensidade principal, que aproximadamente coincide com o pico principal da grafita pura, com algum desvio e com intensidade muito menor. Esta é uma indicação de que ambos os materiais são principalmente amorfos. Quando a temperatura de carbonização vai de 400 ° C a 1000 ° C, há um aumento na intensidade de pico para ambos os carvões, com um aumento no grau de cristalinidade. O carvão de arroz parece ser ligeiramente mais cristalino do que o carvão de madeira.

A dureza Janka mede a força necessária para inserir uma esfera de aço de 11,28 milímetros de diâmetro a meio caminho em uma amostra de madeira. A Figura 6 apresenta a Dureza Janka para carvão vegetal de madeira e arroz em função da temperatura de carbonização. Para o carvão vegetal, a medida foi realizada paralelamente ao eixo dos grãos (é chamada de “dureza final” ou “endhardness”). Pode-se observar que a dureza do carvão de arroz é maior que a do carvão de madeira e que aumentando-se a temperatura de carbonização a dureza aumenta como também aumenta a diferença entre os dois tipos de carvão.

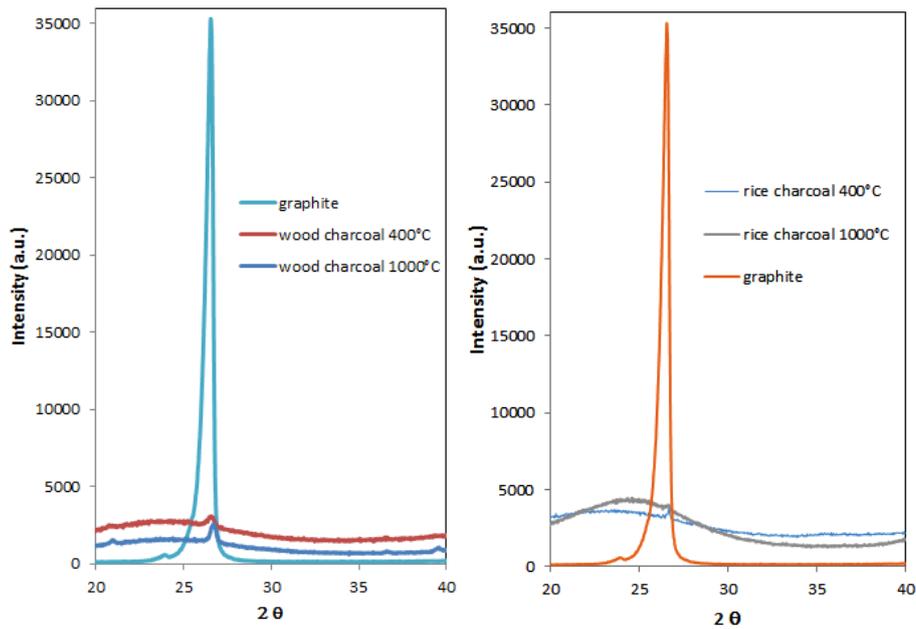


Figura 5: Comparação do Espectro de Difração de Raios-X de grafite pura e carvões de madeira e arroz carbonizados a 400 ° C e 1000 ° C

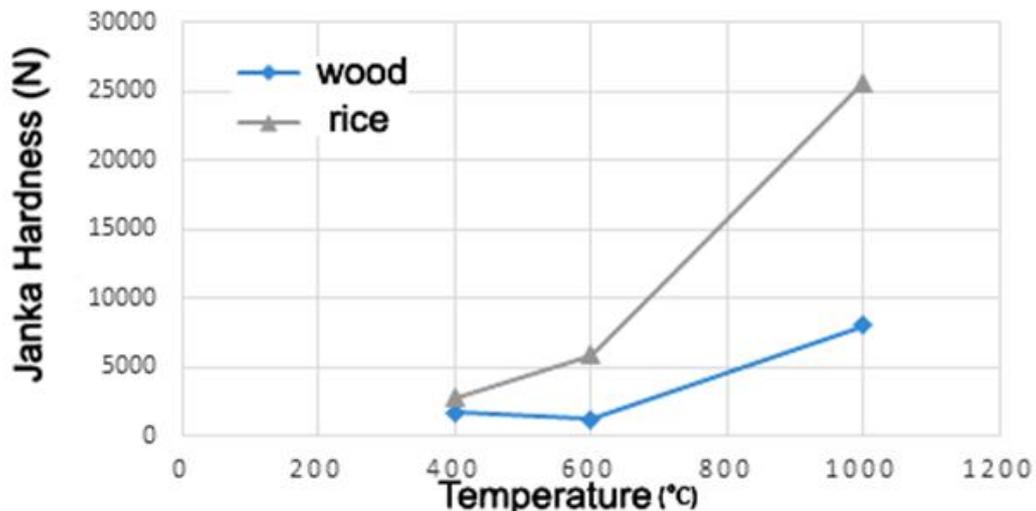


Figura 6: Dureza Janka dos carvões de madeira e arroz em função da temperatura de carbonização

Conclusão

Os carvões obtidos pela carbonização da madeira e do arroz a diferentes temperaturas foram caracterizados por microscopia eletrônica de varredura, análise de difração de raios X e dureza. Foi demonstrado que o carvão de arroz apresenta maior dureza que o carvão vegetal e uma estrutura homogênea, enquanto o carvão vegetal apresenta estrutura fibrosa. A análise de difração de raios X mostrou que ambos os carvões são principalmente amorfos.

Referências

1. International Energy Agency. World Energy Balance Overview .2017, August.
2. Moisés, V.B.R.; Characterization of Carbonaceous Materials, Graduation Dissertation, PMT-EPUSP, 2017.
3. Brazilian Energy Balance 2015, Ministry of Mines and Energy – MME
4. Oliveira, V.F.; Thermal decomposition of starch and food wastes, Graduation Dissertation, PMT-EPUSP,2016,
5. Cardona, L.M.V.; Estudo experimental da secagem e carbonização do Eucalipto Saligna para produção ed carvão vegetal; SDissertação de Mestrado, Escola Politécnica da USP, 2012.
6. WITT, T. et al. Relations between molecular, crystalline, and lamellar structures of amylopectin. Biomacromolecules, v. 13, n. 12, p. 4273–4282, 2012.