

ANÁLISE TERMOGRAVIMÉTRICA DE DUAS BIOMASSAS MADEIREIRAS PARA FINS ENERGÉTICOS

Isabella Paelo Carrijo¹*; Aylson Costa Oliveira¹

¹ Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá/MT, Brasil.

* e-mail do autor correspondente: isabellapaello@gmail.com

Resumo: O objetivo do trabalho consistiu na avaliação da degradação térmica por meio da análise termogravimétrica de duas biomassas madeireiras: cavaco de eucalipto originado de plantios florestais e cavaco de espécies nativas amazônicas proveniente do cavaqueamento de resíduos do desdobro em indústrias madeireiras. Realizou-se a análise em uma termobalança Shimadzu, modelo DTG-60H, em ar atmosférico (combustão), realizando a pesagem contínua da amostra em função da temperatura. Foram observados dois picos distintos de perda de massa, o primeiro a 322°C e o segundo em 456°C para o cavaco de eucalipto, e para o cavaco de nativa, identificou-se o primeiro pico a 319°C e o segundo a 457°C. As análises térmicas das biomassas madeireiras (TGA/DTG) apresentaram resultados semelhantes, sem diferenças expressivas entre as duas biomassas.

Palavras-chave: Eucalipto, Resíduos Madeireiros, Energia

THERMOGRAVIMETRIC ANALYSIS OF TWO WOODEN BIOMASSES FOR ENERGY PURPOSES

Abstract: The objective of this work was to evaluate the thermal degradation by means of thermogravimetric analysis of two wood biomasses: eucalyptus wood chips originated from forest plantations and wood chips from native Amazonian species from the splitting of residues in wood industries. The analysis was performed on a Shimadzu thermobalance, model DTG-60H, in atmospheric air (combustion), carrying out continuous weighing of the sample as a function of temperature. Two distinct peaks of mass loss were observed, the first at 322°C and the second at 456°C for the eucalyptus chip, and for the native chip, the first peak was identified at 319°C and the second at 319°C. 457°C. Thermal analysis of wood biomass (TGA/DTG) showed similar results, without significant differences between the two wood biomasses.

Keywords: Eucalyptus, Wood Waste, Energy

1. INTRODUÇÃO

A biomassa é um importante recurso energético, sua utilização como fonte de energia vem se

destacando como uma alternativa substituta aos combustíveis fósseis diante das baixas emissões de SO_2 e NO_2 , emissão neutra de gás carbônico (CO_2) e contribuição para a redução do efeito estufa [1].

Mato Grosso é um estado fortemente agrícola, que demanda de energia térmica para algumas atividades. Parte dessa demanda é atendida por plantios de eucalipto voltados para energia, e em 2020, a área plantada em Mato Grosso com árvores de eucalipto foi de 180.625 ha [2]. Outra fonte utilizada são os também resíduos das indústrias madeireiras que processam espécies nativas, que podem ser utilizados para diversas finalidades, mas a geração de energia se apresenta como viável, em razão do seu potencial, por ser uma fonte mais acessível e barata [3].

A análise termogravimétrica (TGA), permite investigar e comparar os eventos térmicos durante a combustão e pirólise de pequenas amostras de combustível e medir as variações de massa durante o aquecimento, possibilitando o estudo da decomposição da madeira e seus principais componentes, a celulose, as hemiceluloses e a lignina [4]. Para melhor eficiência energética das biomassas madeireiras disponíveis, é de extrema importância o conhecimento do comportamento térmico dessas durante o processo de termoconversão.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a degradação térmica por meio das análises termogravimétricas de duas biomassas madeireiras: cavaco de eucalipto e cavaco de espécies nativas amazônicas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados duas fontes de biomassa disponíveis e utilizadas para fins energéticos no estado Mato Grosso: cavacos de eucalipto obtido de plantios florestais e cavaco de espécies nativas amazônicas proveniente do cavaqueamento de resíduos do desdobro em indústrias madeireiras. Esses materiais foram transformados em serragem utilizando-se um moinho do tipo Willey e posteriormente classificados em peneira de 40/60 mesh e o material inferior a 60 mesh foi destinado a análise.

A análise termogravimétrica (TGA) foi realizada em aparelho DTG-60H, Shimadzu, em ar atmosférico (combustão), a uma vazão constante de 50 ml/min, utilizando aproximadamente, 2 mg de amostra. As curvas termogravimétricas foram obtidas a partir da temperatura ambiente até a temperatura máxima de 800° C, com taxa de aquecimento de 10 °C.min⁻¹.

A partir das curvas termogravimétrica (TG), procederam-se aos cálculos de perda de massa nas temperaturas de 150°C a 800°C com intervalo de 100°C. Calculou-se, também, a massa residual na temperatura de 800 °C, considerando a massa absolutamente seca, na temperatura de 150°C. Os parâmetros de análise da derivada DTG foram obtidos através do software do equipamento, gerada considerando como 100% a massa seca da amostra, delas foi retirada a informação dos picos de temperatura em que a velocidade de degradação é máxima e os gráficos foram realizados no Excel.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 estão representadas as curvas termogravimétricas (TG) das biomassas madeireiras, na faixa de temperatura de 150 a 800 °C.

Figura 1 – Curvas termogravimétricas (TG) do Eucalipto e espécies nativas amazônicas.

Tabela 1. Perda de massa (%), nos intervalos de temperatura (°C) do Eucalipto e espécies nativas amazônicas

Fonte de biomassa	Faixas de temperatura (°C)						Massa Residual
	150-250	250-350	350-450	450-550	550-650	650-800	
Madeireiras							
Cav. Eucalipto	4,11	61,57	25,02	7,21	0,16	0	4,03
Cav. Nativa	4,6	51,09	27,26	12,94	0,06	0,02	1,92

Na faixa de temperatura entre 150°C até aproximadamente 250°C constatou-se que a perda de massa foi mínima, 4,11% para o eucalipto, e 4,60% para o cavaco de nativa (Tabela 1), devido a eliminação de água livre e higroscópica e início a decomposição térmica dos componentes químicos da madeira.

A maior perda de massa foi observada entre as temperaturas 250-350 °C (Tabela 1), com 61,57% da sua massa inicial degradada para eucalipto e 51,09% para a nativa, essa perda expressiva é atribuída à degradação das hemiceluloses e celuloses, estando em acorcom com a literatura que indicam maior perda de massa na faixa de temperatura entre 250-350°C [5] e [6].

A hemicelulose é menos resistente à degradação térmica, seguida pela celulose e lignina. A hemicelulose e a celulose decompõem na faixa de temperatura inferior a 330°C, dependendo da natureza dos heteropolímeros presentes na biomassa e das condições experimentais. Já a lignina inicia a sua decomposição a temperaturas acima de 300°C [7].

Na faixa de temperatura entre 350 °C e 450°C (região atribuída, principalmente, à decomposição da celulose) a maior perda de massa foi para a biomassa das espécies nativas, com 27,26%, enquanto o eucalipto foi de 25,02%. A partir de 400°C, é possível verificar menor degradação térmica, até a temperatura de 550°C (Tabela 1), correspondendo, principalmente, à degradação de lignina, pois nessa faixa, a celulose e as hemiceluloses já foram degradadas [5]. É possível observar a partir de 550°C uma estabilização das curvas e perda mínima de massa, além de uma fase final estável de perda de massa em função da temperatura aplicada (Figura 1).

Ao considerar a massa residual dos materiais verifica-se para o cavaco de eucalipto massa residual de 4,03%, enquanto que para a nativa a massa final foi igual a 1,92%, na temperatura de 800 °C.

Na Figura 2 estão representadas a derivada das curvas termogravimétricas (DTG) das

biomassas madeireiras, na faixa de temperatura de 150 a 750 °C.

Figura 2 – Termogravimetria Derivada (DTG) do Eucalipto e espécies nativas amazônicas.

As curvas DTG (Figura 2) indicam a ocorrência de dois picos de perda de massa, diferindo na amplitude entre as duas biomassas avaliadas. Para o cavaco de eucalipto foi identificado dois picos, o primeiro a 322°C, temperatura de maior degradação e o segundo em 456°C, onde a velocidade de perda de massa ocorreu de forma mais acentuada. Já para o cavaco de nativa amazônica, identificou-se o primeiro pico a 319°C e o segundo a 457°C de forma menos acentuada. O primeiro pico observado está relacionado à decomposição das hemiceluloses e celulose, neste intervalo de temperatura perdeu-se 61,57% da massa do eucalipto e 51,09% da massa da nativa (Tabela 1). O segundo pico de perda de massa é atribuído, à decomposição da celulose, carbono fixo e início da lignina (Figura 2), nessa temperatura perdeu-se em torno de 30%. O final do pico do eucalipto foi verificado sua finalização de forma mais abrupta, enquanto do cavaco da nativa demora mais para terminar. Por isso, mesmo o pico sendo menor, teve maior perda de massa.

Através dos resultados obtidos pela análise TGA, tem-se a confirmação da degradação em diferentes faixas de temperaturas dos os componentes químicos (hemicelulose, celulose e lignina), conforme indicado na literatura, a hemicelulose é mais sensível aos efeitos da temperatura e é o polímero que se decompõe primeiro, entre 190 e 360°C. A degradação da celulose ocorre entre 300-400°C e, finalmente, a lignina, que se decompõe mais lentamente em uma ampla faixa de temperatura, entre 150 e 500°C [8].

5. CONCLUSÕES

As análises térmicas das biomassas madeireiras (TGA/DTG) apresentaram resultados semelhantes, sem diferenças expressivas, sendo possível identificar dois picos distintos de perda de massa, em torno de 320°C e 450°C.

6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Mato Grosso - FAPEMAT, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pela concessão da bolsa e ao Laboratório de Tecnologia da madeira – FENF/UFMT pela estrutura e apoio.

7. REFERÊNCIAS

- [1] SIEBENEICHLER, E. A.; et al. Influência de temperatura e taxas de aquecimento na resistência mecânica, densidade e rendimento do carvão da madeira de *Eucalyptus cloeziana*. **Revista Ciência da Madeira - Rcm**, [S.L.], v. 8, n. 2, p. 82-94. Revista de Ciencia de Madeira. 2017
- [2] IBÁ (2021). Relatório 2020. Indústria Brasileira de Árvores. Disponível em:<<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorioiba2021-compactado.pdf>> . Acesso em: 20 de jun. 2021.
- [3] LIMA, M. D. R; PATRÍCIO, E. P. S; JUNIOR, U. D. O. B; DE ASSIS, M. R; XAVIER, C. N; BUFALINO, L; DE PAULA PROTÁSIO, T. Logging wastes from sustainable forest management as alternative fuels for thermochemical conversion systems in Brazilian Amazon. **Biomass and Bioenergy**, v. 140, p. 105660, 2020.
- [4] DE PAULA PROTÁSIO, T. et al. Assessing proximate composition, extractive concentration, and lignin quality to determine appropriate parameters for selection of superior Eucalyptus firewood. **BioEnergy Research**, v. 12, n. 3, p. 626-641, 2019.
- [5] PEREIRA, B. L. C., et al. Influência da composição química da madeira de eucalipto no rendimento gravimétrico e nas propriedades do carvão vegetal. **BioResources**, 8(3), 2013.
- [6] YANG, H. et al. Characteristics of hemicellulose, cellulose and lignin pyrolysis. **Fuel**, v. 86, n. 12-13, p. 1781-1788, 2007.
- [7] SEYE, Omar; CORTEZ, Luís Augusto Borbosa; GÓMEZ, Edgardo Olivares. Estudo cinético da biomassa a partir de resultados termogravimétricos. In: Proceedings of the 3. Encontro de Energia no Meio Rural. 2000.
- [8] SHEN, D. K.; GU, S.; BRIDGWATER, A. V. The thermal performance of the polysaccharides extracted from hardwood: Cellulose and hemicellulose. **Carbohydrate Polymers**, v. 82, n. 1, p. 39-45, 2010.