

CARACTERIZAÇÃO DA DECOMPOSIÇÃO TÉRMICA DE RESÍDUOS DE PODA DE NOGUEIRA PECAN

WESLEY MUNHOZ RIBEIRO¹; MATHEUS DE PAULA GOULARTE²; MAURÍCIO ALVES RAMOS²; RAFAEL BELTRAME³; MARÍLIA LAZAROTTO³

¹Universidade Federal de Pelotas – wesleymunhozribeiro@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – almatheusgoularte@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – Mauricioaramos@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – beltrame.rafael@yahoo.com.br

³Centro de Engenharias da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) – marilia.lazarotto@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Carya illinoinensis* (Wangenh) C. Koch é popularmente conhecida no Brasil como Nogueira-pecan, possui ótimas condições para o seu crescimento no Brasil, sendo oriunda de países da América do Norte é cultivada principalmente para a obtenção do seu fruto, a noz-pecan. Devido a necessidade de podas periódicas para se obter maior produtividade, são gerados muitos resíduos não aproveitados (MCWILLIANS, 2013; FRONZA et al., 2018; HAMANN et al., 2018; LIMA, 2019) os quais poucas informações tecnológicas são conhecidas.

A densidade básica da madeira é um dos parâmetros mais importantes para sua qualidade, uma vez que está associada as suas demais propriedades. A uniformidade desta propriedade é ideal para utilizações que necessitem menor variabilidade nas suas propriedades físico-mecânicas (OLIVEIRA et al., 2005).

Outros parâmetros podem ser avaliados por meio da termogravimetria, a qual fornece informações sobre a propensão de uma determinada madeira entrar em ignição. Com essa informação, é possível a inferência sobre estabilidade térmica da madeira, a qual é importante na produção de *Wood-Plastic Composites* (WPC's) por exemplo. Estes são preparados com polímeros fundidos, ou seja, acima de 200 °C, temperatura a qual já iniciou a degradação da madeira, comprometendo suas propriedades mecânicas (BIANCHI et al., 2010).

A análise termogravimétrica (TGA) se baseia na variação da massa de uma determinada amostra em função da temperatura que é exposta, a partir de sua derivada (DTG) é possível observar a temperatura em que ocorre os picos de sua degradação (OLIVEIRA, 2021). A degradação térmica da madeira ocorre nos componentes químicos da mesma em faixas de temperaturas distintas, SKREIBERG et al, (2011) indica que a degradação das hemiceluloses se inicia a temperaturas próximas a 200 °C e a celulose se decompõe perto de 300 °C, a lignina diferencia-se dos outros componentes pois a sua decomposição inicia-se na mesma temperatura das hemiceluloses, entretanto ela continua até aproximadamente 900 °C.

Desta forma, este estudo tem como objetivo analisar propriedades térmicas a fim de promover determinar um uso adequado da madeira de Nogueira pecan e seus resíduos.

2. METODOLOGIA

Este estudo foi realizado no Laboratório de Propriedades Físicas e Mecânicas da Madeira do curso de Engenharia Industrial Madeireira da

Universidade Federal de Pelotas. O material utilizado é a madeira de poda de resíduos de nogueira pecan, os quais são provenientes de um pomar no município de Santa Rosa, Rio Grande do Sul, Brasil, nas coordenadas: latitude 27° 55' 15" S, longitude 54° 32' 37" O e altitude 330 m. O pomar foi implantado no ano 2009 e a poda ocorreu em 2020, sendo assim, o material possui 11 anos de idade.

Para analisar a massa específica básica, foram confeccionados 6 corpos de prova com dimensões de 2,4 x 2,5 x 10 cm (radial x tangencial x longitudinal), estes foram pesados em uma balança analítica em estado úmido, após isso foram secos com auxílio de uma estufa com 105 ± 2 °C e então pesados novamente, assim a massa específica básica foi calculada de acordo com a norma NBR 11941-02 (ABNT, 2003).

Para a análise termogravimétrica, foram preparadas amostras de serragem utilizando um moinho Willey, as quais foram peneiradas entre 40 e 60 mesh de acordo com a norma T257 cm¹² (TAPPI, 2012), a análise termogravimétrica foi realizada com o equipamento TGA-1000 da marca Navas Instrument.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A massa específica básica encontrada, seguindo a metodologia citada anteriormente, foi em média 0,6334 g/cm³ sendo considerada uma madeira de média densidade (SILVEIRA et al., 2013). O valor está próximo ao encontrado por GATTO (2012) o qual encontrou uma massa específica básica em média de 0,579 g/cm³ para madeira adulta de Nogueira pecan com idade de 12 anos. Diferenças de densidade entre madeiras da mesma espécie podem ser explicadas por variações de qualidade de solo, idade do material, diferenças no manejo do pomar (RIGATTO et al., 2004).

Observa-se abaixo, na figura 1, gráficos que representam a análise termogravimétrica (TGA) e a sua derivada (DTG).

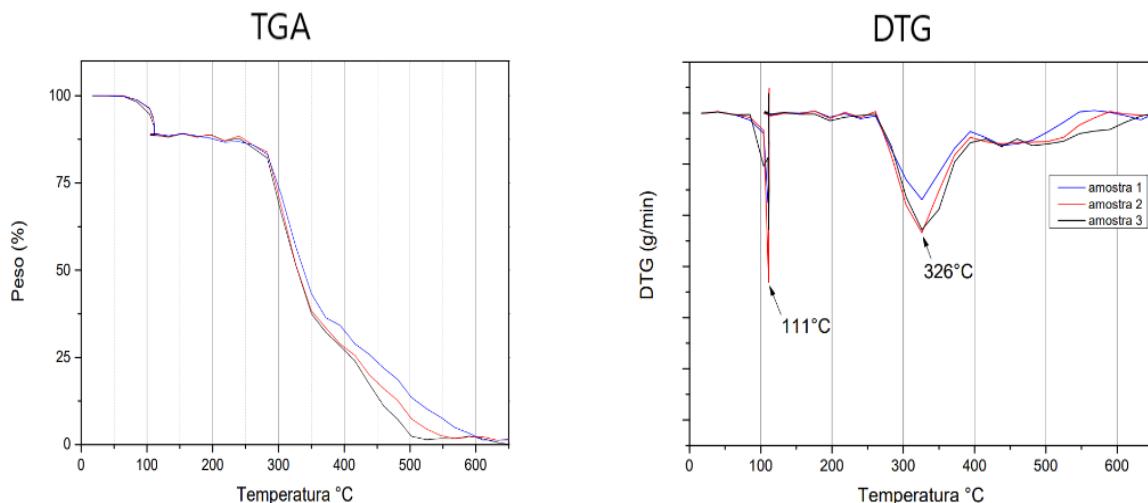


Figura 1: TGA e DTG de 3 amostras de resíduos de poda de Nogueira Pecan.

Observa-se no gráfico de TGA que entre 60 e 115 °C há uma queda de cerca de 15% da massa das amostras, também é possível ver no gráfico DTG que a maior taxa de degradação entre essas temperaturas se deu em 111 °C. A massa degradada nessa faixa de temperatura se dá pela umidade das amostras (RIEGEL et al., 2008).

Entre as temperaturas 250 e 500 °C ocorre outra grande queda na massa das amostras, nessa faixa de temperatura ocorre a degradação das celuloses e

hemiceluloses, sendo a madeira composta em sua maior parte por celulose e hemicelulose, podendo chegar a cerca de 80% de sua composição destes constituintes, assim observa-se uma queda em média de 75% de sua massa total, o seu pico de degradação se deu em 326 °C (DE ARAUJO, 2020; RIEGEL et al, 2008).

A degradação da lignina ocorre em uma ampla faixa de temperatura e por isso não é possível determinar o pico de degradação dela, no entanto a temperatura de degradação final da lignina é superior a 450 °C e pode chegar a temperaturas em torno de 900 °C, desta forma é possível associar a perda de massa que ocorre entre 500 e 650 °C a degradação da lignina (ORFÃO et al, 1999; PEREIRA et al, 2013).

No estudo de SANTOS et al. (2012), a massa restante aos 500 °C de 4 amostras de eucalipto foram consideradas massa residual, a partir disso determinou qual obtém o maior rendimento de carvão vegetal, a amostra que perdeu menos massa tem o maior rendimento. Entre as 4 amostras de eucalipto, a mais estável apresentou perca de massa total de 89%, a perca de massa de nogueira pecan em média foi de 92,21%.

4. CONCLUSÕES

A madeira de Nogueira-pecan tem uma densidade considerada média e muito estável. Em relação a sua degradação em função da temperatura, observa-se a maior perda de sua umidade adsorvida em 111 °C e a maior degradação da celulose e hemicelulose aos 326 °C, a lignina é totalmente degradada em cerca de 650 °C.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11941-02 - Determinação da densidade básica em madeira. Rio de Janeiro, 2003. 6p.
- BIANCHI, O., DAL CASTEL, C., DE OLIVEIRA, R. V., BERTOULI, P. T., & HILLIG, E. (2010). Avaliação da degradação não-isotérmica de madeira através de termogravimetria-TGA. Polímeros, 20, 395-400.
- DE ARAUJO, HENRIQUE JOSÉ BORGES; FTAL, Eng. Caracterização do material madeira. Educ. Ambient.-o Desenvolv. Sustentável na Econ. Glob, p. 31-44, 2020.
- FRONZA, DINIZ et al. Pecan cultivation: general aspects. Ciência Rural, Santa Maria, v. 48, 2018.
- GATTO, D. A., Martins, M. D. F., de Cademartori, P. H., Stangerlin, D. M., Calegari, L., & Beltrame, R. (2012). Segregação do lenho de nogueira-pecã (*Carya illinoinensis*) pela variação radial da massa específica básica. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 7(suplemento), 838-843.
- HAMANN, J. J.; B, M. G.; B, J.; M, R. de; M, C. R. Cultivares de nogueira-pecã no Brasil. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 478). 43 p, 2018
- LIMA, A. D. V., H, C. G., de S, R. S., M, M. B., & M, C. R.. Influência da poda na frutificação de nogueira pecã. ANAIS DO II SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DA NOZPECÃ, 2019
- MCWILLIAMS, J. The Pecan: A history of America's native nut. University of Texas Press, 2013
- OLIVEIRA, J. T. D. S., HELLMEISTER, J. C., & TOMAZELLO FILHO, M. (2005). Variação do teor de umidade e da densidade básica na madeira de sete espécies de eucalipto. *Revista Árvore*, 29, 115-127.

- OLIVEIRA, Juliana Blume de. Avaliação da degradação térmica da biomassa vegetal pau ferro por análise termogravimétrica (TGA). 2021.
- ÓRFÃO, J. J. M.; ANTUNES, F. J. A.; FIGUEIREDO, J. L. Pyrolysis kinetics of lignocellulosic materialsthree independent reactions model. *Fuel*, London, v.78, p.349-358, 1999
- PEREIRA, B. L. C., Carneiro, A. D. C. O., Carvalho, A. M. M. L., Trugilho, P. F., Melo, I. C. N. A., & Oliveira, A. C. (2013). Estudo da degradação térmica da madeira de Eucalyptus através de termogravimetria e calorimetria. *Revista Árvore*, 37, 567-576.
- RIEGEL, I., Moura, A. B., Morisso, F. D. P., & Mello, F. D. S. (2008). Análise termogravimétrica da pirólise da acácia-negra (*Acacia mearnsii* de Wild.) cultivada no Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Árvore*, 32, 533-543.
- RIGATTO, Patrícia Aparecida; DEDECEK, Renato Antônio; MATOS, Jorge Luis Monteiro de. Influência dos atributos do solo sobre a qualidade da madeira de Pinus taeda para produção de celulose Kraft. *Revista árvore*, v. 28, p. 267-273, 2004.
- SANTOS, R. C. D., Carneiro, A. D. C. O., Trugilho, P. F., Mendes, L. M., & Carvalho, A. M. M. L. (2012). Análise termogravimétrica em clones de eucalipto como subsídio para a produção de carvão vegetal. *Cerne*, 18, 143-151.
- SILVEIRA, Lívia Helena Carrera; REZENDE, Alba Valéria; VALE, Ailton Teixeira do. Teor de umidade e densidade básica da madeira de nove espécies comerciais amazônicas. *Acta Amazonica*, v. 43, p. 179-184, 2013.
- SKREIBERG, A., Skreiberg, Ø., Sandquist, J., & Sørum, L. (2011). TGA and macro-TGA characterisation of biomass fuels and fuel mixtures. *Fuel*, 90(6), 2182-2197.
- TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY. Sampling and preparing wood for analysis. Atlanta, 2012. 5p. (T257 sp-12).