

## **Caracterização de quatro tipos de briquetes comerciais através de espectroscopia infravermelho com transformada de Fourier (FTIR)**

WÂNDRIA DOS SANTOS RIBEIRO<sup>1</sup>; NIDRIA DIAS CRUZ<sup>2</sup>; EZEQUIEL GALLIO<sup>2</sup>;  
DARCI ALBERTO GATTO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Centro das Engenharias (CEng), Universidade Federal de Pelotas (UFPel) –  
wandriaribeiro100@gmail.com;*

<sup>2</sup>*Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas  
(UFPel) – nidria\_cruz@hotmail.com; egeng.florestal@gmail.com;*

<sup>3</sup>*Centro das Engenharias (CEng), Universidade Federal de Pelotas (UFPel) –  
darcigatto@yahoo.com;*

### **1. INTRODUÇÃO**

A matriz energética mundial é sustentada por combustíveis fósseis, o qual tem provocado problemas econômicos e ambientais. Deste modo, a biomassa florestal surge como um combustível que pode mitigar os sérios problemas provocados ao meio ambiente e promover a economia (RIOS, 2014).

As energias renováveis com o passar do tempo vêm obtendo espaço frente as matrizes energéticas, sendo que, medidas para redução do uso de energias fósseis estão sendo tomadas por organizações mundiais, em especial pela ONU (BELL, 2012).

A indústria madeireira é uma grande geradora de resíduos no processo de beneficiamento da madeira. Neste sentido o uso dos briquetes cresce, pois este é associado à preservação ambiental, visto que aproveita os resíduos e acaba por substituir a lenha e o carvão mineral e vegetal (TORRES et al., 2014). Bolzan (2015) descreve que os briquetes são resultado de uma compactação de resíduos lignocelulósicos (qualquer resíduo vegetal), com forma cilíndrica e diâmetro sendo superior a 50 mm.

O processo de transformação da madeira de espécies de eucalipto e pinus proporciona a geração de toneladas de resíduos. Uma escolha sustentável para o aproveitamento desses resíduos seria a compactação dos mesmos, a fim de se atingir um material com elevado poder energético, o qual ocuparia um volume mínimo (SILVA et al., 2015).

O processo da briquetagem é realizado pela densificação do material (resíduo), por meio de elevadas pressões que proporciona um aumento da temperatura (100°C), esta temperatura provoca uma "plastificação" das partículas pela lignina, o qual atua como aglomerante (REIS et al., 2002).

De acordo com dos Santos et al., (2019), o teor de lignina dos materiais lignocelulósicos é de suma importância para a briquetagem, sendo que este é incumbido pela aglutinação das partículas do resíduo, durante a compactação a partir de sua plasticização.

Lopes e Fascio (2004) descrevem que a espectroscopia na região do infravermelho (IV) é uma técnica de suma importância para análise orgânica qualitativa, sendo muito utilizada na caracterização química dos materiais, com um papel significativo nas linhas de produção e no controle de processos industriais. Sendo assim, possibilita a obtenção de informações sobre as principais ligações e grupos funcionais de uma determinada substância orgânica, que por fim indica uma possível estrutura (LOPES & FASCIO, 2004).

Neste sentido, o presente estudo teve como objetivo caracterizar quatro tipos de briquetes comerciais por meio de espectroscopia infravermelha com transformada de Fourier (FTIR), verificando os componentes primários presentes nas amostras.

## 2. METODOLOGIA

O estudo foi realizado no laboratório de propriedades físicas e mecânicas da madeira no curso de Engenharia Industrial Madeireira pertencente à Universidade Federal de Pelotas, Pelotas - RS.

As amostras de briquetes são provenientes de três espécies de madeira, *Eucalyptus* sp., *Pinus* sp. e madeira de lei. Com formação de quatro briquetes sendo, *Eucalyptus* sp. (E1), *Pinus* sp. (P1), madeira de lei (L1), *Eucalyptus* sp. e *Pinus* sp. (EP1), as amostras foram uma doação da empresa ECO FOGO RGM Ambiental – LTDA, Viamão – RS.

Análise qualitativa da composição química foi realizada em um equipamento FTIR (Espectroscopia no Infravermelho com Transformada de Fourier) modelo Jasco 4100 equipado com refletância total atenuada (ATR), para análise dos componentes químicos principais (celulose, hemicelulose e lignina) dos briquetes comerciais. Os espectros de FTIR foram recolhidos com gama de  $1800\text{ cm}^{-1}$  até  $600\text{ cm}^{-1}$  com passo de  $4\text{ cm}^{-1}$ .

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando as análises de infravermelho, foi possível determinar os compostos presentes nas amostras dos briquetes comerciais. A análise de FTIR esta representada entre a banda de  $1800$  e  $600\text{ cm}^{-1}$ , conhecida como impressão digital, conforme a Figura 1.

Cada agrupamento específico do material é correlacionado a uma banda, o qual permite a caracterização dos componentes da parede celular da madeira, celulose, hemicelulose e lignina (GALLIO et al., 2018). Zhang et al. (2015) corroboram descrevendo que, as variações em intensidade e deslocamento de bandas é um bom indicador para as mudanças na constituição química do material.

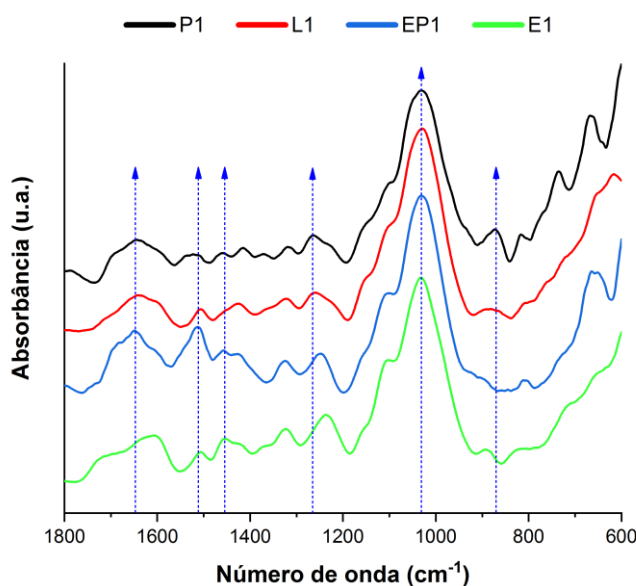


Figura 1: Espectro de FTIR dos briquetes comerciais.

Conforme a Figura 1 as bandas definidas entre  $873\text{ cm}^{-1}$ ,  $899\text{ cm}^{-1}$ ,  $889\text{ cm}^{-1}$  respectivamente presentes nas quatro amostras de briquetes, correspondem a vibração C-OH na composição da celulose (ZHANG et al., 2015).

Foram observadas bandas com maior intensidade entre  $1032\text{ cm}^{-1}$ ,  $1029\text{ cm}^{-1}$ ,  $1031\text{ cm}^{-1}$ ,  $1031\text{ cm}^{-1}$ , que correspondem as vibrações C-O (alongamento) e C-H (deformação na unidade guaiacil), isso confirma que os briquetes produzidos apresentam em sua composição os três componentes primários, celulose, hemicelulose e lignina (DARWISH et al., 2013). Mesmo após a formação do briquete (pressões e temperaturas).

As bandas de  $1263\text{ cm}^{-1}$  e  $1260\text{ cm}^{-1}$ , correspondem a vibração de C-O (alongamento) em xilana presente na hemicelulose, sendo possível observar que nas amostras E1 e EP1 houve um deslocamento na banda para  $1230\text{ cm}^{-1}$  e  $1247\text{ cm}^{-1}$ , talvez seja degradação da hemicelulose na preparação dos briquetes (DARWISH et al., 2013).

As bandas de  $1460\text{ cm}^{-1}$ ,  $1456\text{ cm}^{-1}$ ,  $1454\text{ cm}^{-1}$ , com vibrações C-H (aromático) de deformação, correspondem a presença de lignina nos briquetes, exceto na amostra L1 (FACKLER et al., 2007). Este componente pode influenciar além na formação do briquete como também na estabilidade térmica do material, já que o mesmo é o composto da madeira que se degrada mais lentamente durante a queima (DOS SANTOS et al., 2019).

O composto presente nos briquetes, entre as bandas  $1524\text{ cm}^{-1}$ ,  $1508\text{ cm}^{-1}$ ,  $1512\text{ cm}^{-1}$ ,  $1506\text{ cm}^{-1}$ , com vibração C=C de alongamento em anel aromático é a lignina (COSTA et al., 2011; DARWISH et al., 2013). É notável que ocorreu um deslocamento para o briquete E1 na banda que varia de  $1646\text{ cm}^{-1}$ ,  $1641\text{ cm}^{-1}$ ,  $1648\text{ cm}^{-1}$  (vibrações de estiramento nas ligações C=O e conjugação da cetona alquil dos grupos carbonil) para  $1600\text{ cm}^{-1}$ , possivelmente devido alguma degradação da lignina, ou mesmo pela espécie apresentar baixa composição desse componente químico em relação as demais amostras (MORAIS et al., 2005).

#### 4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no estudo, conclui-se que a amostra de briquete de *Pinus* sp. obteve picos mais intensos, que pode estar relacionada a maior quantidade de lignina, o qual é de suma importância para a produção de briquetes comerciais. Porém a amostra de briquete com a mistura das duas espécies (*Pinus* sp e *Eucalyptus* sp.) se manteve com a proporção deste componente, neste caso devido a presença do *Pinus* sp.

No entanto, considerando a dificuldade na interpretação de alguns espectros, recomenda-se a análise termogravimétrica (TGA) para um melhor entendimento dos componentes químicos dos briquetes comerciais.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELL, R. A. O. **Demanda de lenha para secagem de grãos no Estado do Paraná**. 2013. 152 f. Dissertação (Mestrado em ciências Florestais) - Setor Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

COSTA, M.; COSTA, A. F.; PASTORE, T. C. M.; BRAGA, J. W. B.; GONÇALEZ, J. C. Caracterização do ataque de fungos apodrecedores de madeiras através da

colorimetria e da espectroscopia de infravermelho. **Ciência Florestal**. 21(3): 567-577, 2011.

Darwish, S. S.; El Hadidi, N. M. N.; Mansour, M. The effect of fungal decay on *Ficus sycomorus* wood. **International Journal of Conservation Science**, 4(3): 271-282, 2013.

DOS SANTOS et al. Efeito da variabilidade de resíduos madeireiros na produção e qualidade de briquetes. **Adv. For. Sci.**, Cuiabá, v.6, n.1, p.529-534, 2019.

FACKLER, K.; SCHWANNINGER, M.; GRADINGER, C.; HINTERSTOISSER, B.; MESSNER, K. **Qualitative and quantitative changes of beech wood degraded by wood-rotting basidiomycetes monitored by Fourier transform infrared spectroscopic methods and multivariate data analysis**. FEMS Microbiol Lett 271: 162-169, 2007.

GALLIO et al. FOURIER TRANSFORM INFRARED SPECTROSCOPY IN TREATED WOODS DETERIORATED BY A WHITE ROT FUNGUS.

**Maderas. Ciencia y tecnología**. 20(3): 479 - 488, 2018.

LOPES, W. A.; FASCIO, M. Esquema para interpretação de espectros de substâncias orgânicas na região do infravermelho. **Quim. Nova**, Vol. 27, No. 4, 670-673, 2004.

MORAIS, S.A.L. et al. ANÁLISE DA MADEIRA DE *Pinus oocarpa* PARTE I – ESTUDO DOS CONSTITUINTES MACROMOLECULARES E EXTRATIVOS VOLÁTEIS. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.3, p.461-470, 2005.

REIS, B. O. et al. Produção de briquetes energéticos a partir de caroços de açaí.. In: **ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL**, 4., 2002, Campinas.

RIOS, E. **LEVANTAMENTO DO CONSUMO DE BIOMASSA PARA SECAGEM DE GRÃOS NO MUNICÍPIO DE PALOTINA-PR**. 2014. 40f. Monografia (Tecnólogo em Biocombustíveis) - Curso de graduação em Tecnologia em Biocombustíveis, Universidade Federal do Paraná.

SILVA, D. A. DA. et al. CARACTERIZAÇÃO DE BIOMASSAS PARA A BRIQUETAGEM. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 45, n. 4, p. 713 - 722 , out. / dez. 2015.

TORRES, N. H.; AMÉRICO, J.H. P.; ROMANHOLO FERREIRA L. F.; RIBEIRO-GRANJA A. C.; HARDER, M. N. C. Aproveitamento sustentável dos subprodutos da madeira e das folhas para extração de óleos essenciais. **Bioenergia em revista: diálogos**, ano 4, n. 1, p. 10-22, jan./jun. 2014.

Zhang, X.; Wang, F.; Keer, L. M. 2015. **Influence of surface modification on the microstructure and thermo-mechanical properties of bamboo fibers**. Materials 8: 6597-6608.