



## DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA DOS BRIQUETES FORMADOS A PARTIR DE BLENDA DE *PINNUS SP* E PÓ DE LIXA

Aline C. Ferragutti\*; Fábio M. Yamaji\*\*; Juliana S. Graça\*\*\*; Lívia L. Aló\*\*\*\*

\* Bolsista PIBIC/CNPq, graduanda do curso de Engenharia Florestal – UFSCar campus Sorocaba. alineferragutti@gmail.com

\*\* Projeto Universal/CNPq – Professor orientador - UFSCar campus Sorocaba, fmyamaji@ufscar.br

\*\*\* Bolsista ProGrad/UFSCar - graduando do curso de Licenciatura em Química – UFSCar campus Sorocaba. Ju\_graca@yahoo.com.br

\*\*\*\*Bolsista CNPq, graduanda do curso de Engenharia Florestal – UFSCar campus Sorocaba. livialanzi@yahoo.com.br.

### Resumo

O objetivo deste trabalho foi determinar a resistência dos briquetes formados a partir da blenda de serragem de pinus e pó de lixa com mesma granulometria (100 e 200 mesh). Normalmente, a serragem possui um teor de umidade acima de 30% (muito úmido) e o pó de lixa apresenta um teor e umidade abaixo de 5% (muito seco). Ambas as condições não são as ideais e, isoladamente não poderiam ser utilizadas para a produção de briquetes. Para a produção da blenda misturou-se diferentes resíduos (serragem de pinus e pó de lixa) com características próprias e teor de umidade distinta, em quantidades calculadas para atingir a umidade ideal (10%) para a compactação dos briquetes. A análise foi feita através de ensaio de tração por compressão diametral. O experimento foi realizado no laboratório de Processos Industriais da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) campus Sorocaba. Os resultados mostraram que o uso da blenda possibilitou obter briquetes com alta resistência (tensão média de 1,206 MPa).

### Abstract

*How resistant briquettes formed from blend of sawdust Pinnus sp and sandpaper powder can be.*

Ordinarily, sawdust has high tenor of humidity (above 30% purport), while sandpaper powder has only 5% of humidity and consider to be a dried component. Such conditions don't have the amount of humidity need to produce briquettes by themselves. Besides, if combined they might be fit into the ideal of 10% purport. The aim goal of this study is to determinate the resistance of briquettes made by the combination of blend of sawdust of Pinnus sp and sandpaper powder, both of the same granulometry (100 and 200 mesh). The blend was produced by the combination of a pre-defined proportion of the residual components, with is sawdust of Pinnus sp and sandpaper powder. The pre-define proportion was calculated to achieve the right tenor of humidity (i.e., 10%) needed to compress briquettes. To analyze the resistance of the briquette was applied the tensile test for diametrical compression. All experiment was developed by the laboratory of Industrial Process of Federal University of São Carlos (UFSCar), Sorocaba unit. As showed by the results (average tension of 1,206 MPa) the use of the proposed blend was a success into achieve briquettes of high resistance.

### INTRODUÇÃO

Atualmente há uma grande preocupação com as questões ambientais, com a disponibilidade de recursos não renováveis, a qualidade, a utilização de mercado de carbono e etc., em virtude disto vêm se discutindo e defendendo o uso de fontes energéticas renováveis. Neste aspecto a utilização da biomassa como fonte de energia, faz-se uma alternativa viável, pois não abrange apenas aspectos ambientais, mais sociais e econômicos também (SOUZA, 2010).

A biomassa é a energia solar armazenada que pode ser convertida em combustível sólido, dentre os diferentes tipos de biomassa, encontram-se os resíduos sólidos (serragem, casca, galhos, bagaço de cana, etc.), de acordo com Felfli (2011) a utilização dos resíduos como fonte de energia ainda não é frequentemente usado, pois tais resíduos apresentam densidade e poder energético baixos, além do alto teor de umidade. Esses fatores geram altos custos com o transporte, manuseio, armazenagem e secagem. Uma maneira simples para contornar esses problemas é compactar os resíduos de biomassa em briquetes, pois a briquetagem permite a densificação



energética da biomassa em unidades de volumes pequenos, reduzindo-se os espaços para estocagem, facilitando e diminuindo os transportes, aumentando-se a resistência e o poder calorífico da biomassa.

Entretanto a briquetagem exige teor de umidade adequado que varia de acordo com o tipo de resíduo e o equipamento utilizado. Segundo Quirino (2001), a umidade dos materiais lignocelulósicos podem variar de 9% (palhas em geral) até mais de 50% (bagaço de cana), por esse motivo é necessário adequar a umidade da matéria prima, uma vez que o resíduo muito seco ou acima da umidade adequada prejudica o empacotamento do material, ou produz um briquete sem estabilidade que se desfaz quando transportado ou estocado.

Normalmente os resíduos de serragem saem das fábricas com teor de umidade maior ou igual a 30%, uma alternativa para evitar a secagem direta do material, é utilizar as blendas, ou seja, misturar diferentes porcentagens de biomassas com características próprias, como por exemplo, teor de umidades bem distintas, esse processo atribui um padrão específico a mistura de biomassas. Dessa maneira a biomassa que apresenta maior teor de umidade, tem sua umidade diminuída em virtude da biomassa com teor de umidade baixo, tornando se possível a compactação e estabilidade do briquete sem a necessidade da pré-secagem da matéria prima.

Com base nisto o objetivo do trabalho foi fazer blendas de biomassa para a produção de briquetes com teor de umidade controlado (10%), misturando serragem de Pinus (material úmido) e pó de lixa (material seco).

## MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Processos Industriais, da Universidade Federal de São Carlos, UFSCar- campus Sorocaba/SP.

### Seleção das biomassas

As biomassas utilizadas para o processo de produção das blendas foram:

- Pó de lixa;
- Serragem de pinus (*Pinus* sp.);

### Preparação das Blendas

Para determinar a granulometria do pó de lixa, passou-se 100g do resíduo no classificador de partículas. As granulometrias foram encontradas nas seguintes porcentagens: 0,46% (35mesh), 7,95% (60mesh), 26,31% (100mesh), 53,78% (200mesh) e 11,40% (fundo). Dentre as granulometrias encontradas, utilizou-se para a produção das blendas as porções retidas nas peneiras de 100 e 200 mesh, resultando em 80,09% da massa total. Passou-se o resíduo de serragem de pinus no moinho tipo Willey, afim de obter a mesma granulometria. Após a moagem, o material foi levado ao separador de partículas e as granulometrias utilizadas para a fabricação das blendas foram as frações retidas nas peneiras de 100 e 200 mesh.

A serragem de pinus havia passado pelo processo de secagem para que armazenada não estragasse devido a sua umidade, assim para o experimento umidificou-se o resíduo de pinus (100 e 200 mesh) homogeneizando-o por 24 horas até chegar ao teor de umidade de 28,94%, próximo do teor de umidade quando foi coletado em campo (30%). O pó de lixa, encontrava-se com o teor de umidade a 7,96% devido à exposição ao ambiente e foi passado pelo processo de secagem em estufa a 100°C por 15 min, até chegar ao teor de umidade de 5,23% (teor de umidade quando foi coletado na indústria).

Para determinação do teor de umidade dos resíduos separou-se 1g de pó de lixa e 1g de serragem de pinus e colocou-os em uma balança determinadora de umidade até peso constante. Após separados os resíduos, misturou-se 75% de pó de lixa com teor de umidade de 5,23% com 25% de serragem de pinus a 28,94% umidade. Depois deixou por 24 horas de homogeneizando para obter a blenda com teor de umidade final de 10,27%.

### Compactação das Blendas

O processo de compactação das blendas em forma de briquete foi realizado através de uma prensa hidráulica de 15t e com o auxílio de moldes de 3,5cm de diâmetro e 16cm de altura. Todos os briquetes seguiram a conformação de: massa de 20g, teor de umidade a 10,27%, pressão 1247,4 kgf.cm<sup>-2</sup> e tempo de prensagem de 30s. Foram produzidos nove briquetes usando as mesmas condições descritas acima. No processo de prensagem



não foi utilizado nenhum tipo de aglutinante nem temperatura. Após a prensagem com o auxílio de um paquímetro digital verificou-se o diâmetro e altura de cada briquete.

#### Ensaio de Compressão Diametral dos Briquetes

Após 48 horas de prensagem das blendas na forma de briquetes os mesmos foram levados a máquina universal de ensaios EMIC DL30000N para os ensaios de tração por compressão diametral, afim de verificar a resistência mecânica dos briquetes.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Distribuição Granulométrica

O pó de lixa apresentou comportamento diferente em termos granulométricos, ficaram retidas quantidades distintas do material nas diferentes peneiras de separação, porém a maior parte do resíduo, correspondendo a 53,78% da massa total, ficou retida na peneira de 200 mesh.

Mesmo em quantidades menos expressivas, constatou-se também a retenção do resíduo em outras peneiras, como pode ser observado na Figura 1. O valor já era esperado, pois o pó de lixa apresenta granulometria irregular e é composto em sua maioria por partículas muito fina.

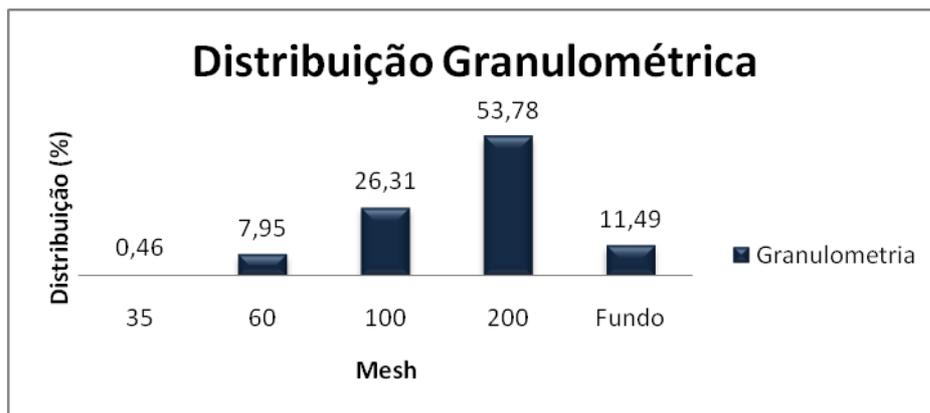


Figura 1: Distribuição granulométrica do resíduo pó de lixa.  
Figure 1: Particle size distribution of the residual sandpaper powder

### Compactação das blendas na forma de briquetes.

Os briquetes obtidos apresentaram uma área média de 670,3 mm<sup>2</sup> e um volume médio de 18990 mm<sup>3</sup>. Observa-se através da visualização dos briquetes que a mistura das diferentes biomassas com a mesma granulometria (100 e 200 mesh) e teor de umidades bem distintos possibilitaram o teor de umidade ideal para a compactação das blendas (10,27% de umidade), isso ocorreu porque ao misturar os resíduos, o teor de umidade da serragem de *Pinus* sp. foi reduzido devido ao baixo teor de umidade do pó de lixa.



Figura 2: Imagem de briquetes obtidos a partir da blenda de *Pinus* sp. e pó de lixa.  
Figure 2: Picture of briquettes made from the blend of *Pinus* sp. and sandpaper powder.

### Análise de resistência da compressão diametral

Os resultados da aplicação de tensão (MPa) sobre cada corpo de prova gerou uma deformação (mm) aos mesmos, isso pode ser visualizado através da Figura 3.

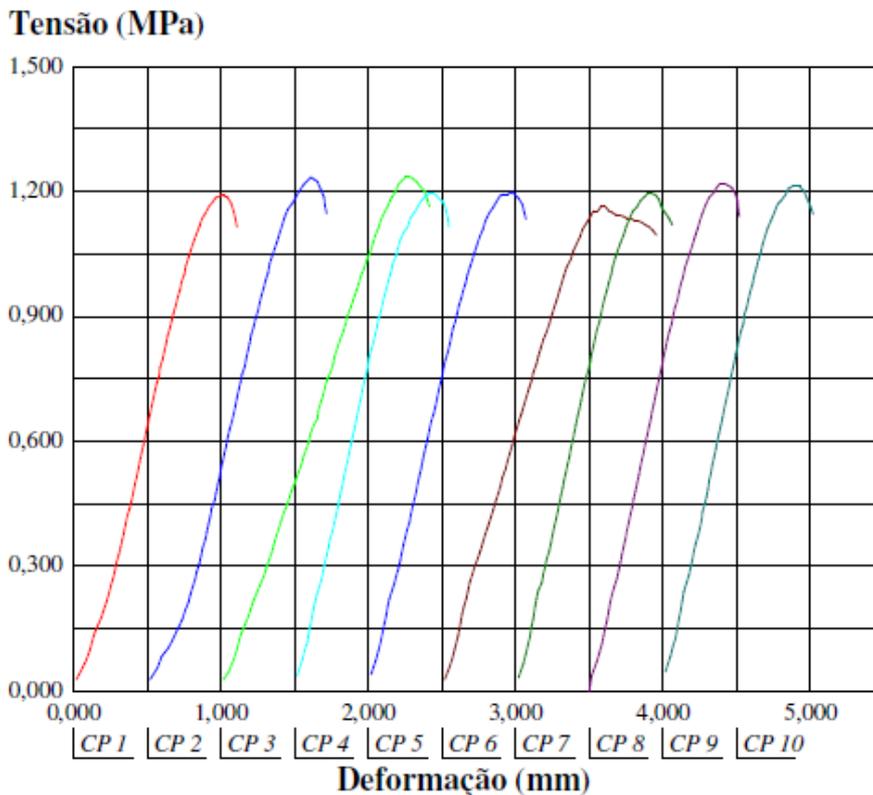


Figura 3: Gráficos da Tensão (MPa) por Deformação (mm) das blendas de *Pinus* sp. e Pó de lixa.  
Figure 3: Graph of Voltage (MPa) Deformation (mm) of the blends of *Pinus* sp. and Sandpaper Powder

Averiguou-se na Figura 3 um comportamento semelhante para todos os corpos de prova, cuja média da tensão máxima observada foi de 1,206 MPa, e a média da deformação máximo foi de 1,000 mm.

A força máxima suportada foi do corpo de prova dois (84,59 Kgf) e a força mínima foi do corpo de prova seis (77,78 Kgf), percebe-se uma pequena diferença entre as forças que cada um suportou. Isso mostra que o processo de compactação das blendas proporcionou boa resistência mecânica a todos os briquetes.



Tabela 1: Valores obtidos no ensaio de compressão diametral.  
Table 1: Values obtained from the diametral compression test.

	Área (mm <sup>2</sup> )	Volume (mm <sup>3</sup> )	Força Máxima (kgf)	Deformação Máxima (mm)	Tensão Forma Máxima (MPa)
Média	670,2	18990	82,46	1,000	1,206
Mínimo	654,6	18450	77,78	0,880	1,165
Máximo	686,2	19890	84,59	1,257	1,237

## CONCLUSÃO

A partir da mistura dos resíduos de pinus e pó de lixa com diferentes teor de umidade, foi possível obter o teor de umidade ideal (10,27%) para a compactação das blendas na forma de briquetes. Através dos ensaios de compressão diametral verificou-se que os briquetes produzidos apresentaram alta resistência e estabilidade mecânica, possibilitando que um maior número de briquetes possa ser transportado, estocado sem que se desfaçam durante esses processos e consequentemente obtêm-se a redução nos gastos com o transporte e a secagem dos resíduos.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Pesquisas - CNPq pelo financiamento do projeto (Edital 20/2009 - Linha de Pesquisa 1: Biomassa) e pelas bolsas concedidas.

## BIBLIOGRAFIA

FELFLI, F. F. et al. Biomass briquetting and its perspectives in Brazil. *Biomass & Bioenergy*, v. 35, n. 1, p. 236-242, 2011. ISSN 0961-9534.

GIL, M. V. et al. Mechanical durability and combustion characteristics of pellets from biomass blends. *Bioresource Technology*, v. 101, n. 22, p. 8859-8867, Nov 2010.

Quirino W. F. Briquetagem de resíduos ligno – celulósicos. Disponível em:  
<<http://www.funtec.org.br/arquivos/briquetagem.pdf>> Acesso em: 23 Maio. 2011.

SOUZA, M. M. Caracterização e viabilidade econômica do uso energético de resíduo da colheita florestal e do processamento de *Pinus taeda* L. 2011. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de concentração em Tecnologia da Madeira)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba 2010.