



COMPACTAÇÃO E RESISTÊNCIA MECÂNICA DE BRIQUETES DE SERRAGEM E DE FOLHAS DE EUCALITO *Eucalyptus* sp.

Aline Cristina Ferragutti¹, Fábio Minoru Yamaji², Isis Westphal de Oliveira³, João Lúcio de Barros⁴

¹Bolsista CNPq, graduando/a do curso de Engenharia Florestal, UFSCar – Campus Sorocaba. Email: alineferragutti@gmail.com, ²Professor orientador, departamento de Engenharia Florestal, UFSCar – Campus Sorocaba. fm Yamaji@ufscar.br, ³Bolsista Proex, graduando/a do curso de Engenharia Florestal, UFSCar – Campus Sorocaba. Email: isis.westphal@hotmail.com, ⁴Prof. do Instituto Federal de Itapetininga. Email: barro.jlucio@gmail.com.

Universidade Federal de São Carlos – Campus Sorocaba, <http://www.sorocaba.ufscar.br/ufscar/>, dicas@ufscar.br (15) 3229-6001

RESUMO

A indústria florestal brasileira, no seu geral, tem como característica a grande geração de resíduos em seus processos. Juntamente com as serragens, estão junto resíduos de maravalhas, costaneiras, aparas, pó de serra, folhas etc. Uma forma de reduzir a quantidade de resíduos descartados sem determinado fim seria a agregação de valor para o mesmo, destacando-se a briquetagem. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a compactação e resistência dos briquetes formados a partir de serragem e folha de *Eucalyptus* sp. As serragens e folhas provem do município Itapetininga e Iperó, respectivamente, interior do estado de São Paulo. A umidade dos materiais foi verificada colocando 1 grama de cada material na balança determinadora de umidade, e controladas chegaram próximo a 12%. Passados no separador de partículas mesmo tendo uma pequena distinção entre as quantidades das partículas maiores, apresentaram comportamento semelhante. Quanto a compactação apresentaram valores médios em altura e diâmetro bem próximos, comprovando boa compactação de ambos os materiais e no ensaio mecânico não mostraram distinção entre as forças máximas suportadas, ambos os resultados foram comprovados estatisticamente. Chegando a conclusão que não existe diferença entre briquetes de folhas e serragem tanto para compactação quanto para resistência mecânica.

Palavras Chave: briquete, serragem, folha.

ABSTRACT

MECHANICAL COMPACTION AND STRENGTH BRIQUETTES SAWDUST AND LEAVES EUCALITO SP.

The Brazilian forest industry, in its general, is characterized by the great generation of waste in their processes. Along with sawdust, waste wood shavings are together, slabs, chips, sawdust, leaves etc. One way to reduce the amount of waste disposed of without particular purpose would be to add value to it, highlighting the briquetting. This study aims to evaluate the compaction and strength of briquettes formed from sawdust and leaf eucalyptus sp. The sawdust and leaves and stems of the municipality Itapetininga Iperó, respectively, in the state of São Paulo. The moisture of the material was checked by placing 1 gram of each material in the balance determiner humidity, controlled and came close to 12%. After the particle separator having even a small difference between the amounts of larger particles showed similar behavior. As compaction had mean height and diameter very close, proving good compression of both materials and mechanical testing showed no difference between the maximum forces supported, both results were statistically proven. Blinding the conclusion that there is no difference between leaves and sawdust briquettes for both compression and for mechanical strength.

Keywords: *briquette, sawdust, leaf.*

INTRODUÇÃO

A indústria florestal brasileira, no seu geral, tem como característica a grande geração de resíduos ao longo de seus processos. Segundo Boundelle et al. (2002), as perdas no seu processo produtivo representam de 40% a 70% da matéria-prima livres para reutilização, o que indica que o setor brasileiro apresenta um grande potencial para o reaproveitamento dos resíduos madeireiros. Recentemente tais resíduos passaram a ser reutilizadas como combustíveis, mas os particulados apresentam algumas desvantagens, como a dificuldade no transporte devido sua baixa densidade e a presença de outros materiais, madeireiros ou não, em meio aos resíduos (DIAS, 2002).

Os resíduos são gerados tanto em campo nos processos de desrama e desbaste, quanto em processos industriais, por não atenderem às exigências do mercado consumidor, tornando-se resíduo, juntamente com as



serragens, maravalhas, costaneiras, aparas, pó de serra, folhas etc. (Pereira Júnior, 2001). As empresas em geral não realizam um descarte adequado desses materiais. Frequentemente, em indústrias madeireiras, formam-se pilhas de serragem que quando estacionadas em um aterro acabam liberando chorume (PAULA, 2006). Uma forma de reduzir a quantidade de resíduos descartados sem determinado fim seria a agregação de valor para o mesmo. Neste contexto, destaca-se a briquetagem que consiste na compactação dos resíduos por meio de ação mecânica sob elevada pressão, aumentando assim sua densidade e propriedades energéticas (PAULA et al., 2010). A vantagem de se utilizar a serragem na forma de briquetes consiste no gerenciamento sustentável desses resíduos como forma de gerar energia em volumes compactos a partir de um recurso natural renovável, além de não possuir caráter poluidor de fontes fósseis de energia (ACIOLI, 1994). Santos (2011), considera que todas as estratégias que resultem em aumento na eficiência de conversão energética, além de trazer alternativas econômicas, representam benefícios ambientais por incentivar a redução a geração de resíduos e de emissões, eliminando os impactos sociais e ambiental por ela causado. Essas ações promoverão impacto direto nas questões ambientais, especialmente, na demanda pelo corte da madeira.

O que não se sabe ainda é o quanto estes materiais integrados às serragens de eucalipto prejudicam a sua briquetagem e a qualidade final dos briquetes. Em vista disso, este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da compactação da serragem de eucalipto e de folhas de eucalipto, assim como sua resistência mecânica.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no laboratório de Bionergia da Universidade Federal de São Carlos – Campus Sorocaba, utilizando dois materiais: serragens e folhas de eucalipto.

As serragens de eucalipto provem de uma serralheria no município de Itapetininga, interior do estado de São Paulo e as folhas de eucalipto coletadas na FLONA de Ipanema, localizada no município de Iperó, também interior de São Paulo, as quais não foram retiradas das árvores, mas coletadas na serrapilheira do plantio. Após coletadas as folhas foram levadas à estufa por cerca de 24 horas a 100°C para sua secagem e depois passadas no moinho tipo Willey, afim de se obter granulometria próxima a das serragens de eucalipto. A umidade dos materiais foi verificada na balança determinadora de umidade colocando separadamente 1g serragem de eucalipto e 1g das folhas trituradas na balança até peso constante. As serragens encontravam-se na umidade ideal, mas as folhas estavam abaixo do valor esperado, com isso o resíduo foi umidificado e homogeneizado por 24 horas.

Antes do preparo dos briquetes foi tirada a granulometria dos materiais, para isso foi colocado separadamente 100g de cada material no classificador de partículas por 3 minutos e pesadas as quantidades retidas nas peneiras de 20, 35, 60, 100 mesh e fundo.

O processo de compactação dos materiais em forma de briquete foi feito com uma prensa hidráulica de 15 toneladas e auxílio de um molde de 3,5cm de diâmetro e 16cm de altura. Todos os briquetes foram feitos com 20g de material, teor de umidade a 12%, pressão 1247,4 kgf.cm⁻² e tempo de prensagem de 30s, não foi utilizado nenhum tipo de aglutinante nem temperatura. Foram produzidos dez briquetes usando as mesmas condições descritas acima. Após a prensagem com o auxílio de um paquímetro digital verificou-se o diâmetro e altura de cada briquetes.

Após 48 horas de prensagem dos materiais os briquetes 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 DISCUSÃO

Verificando as umidades dos materiais constatou-se que as serragens de eucalipto e as folhas possuíam 11,19 e 9,43% de umidade respectivamente. Ajustando a umidade das folhas de eucalipto para 10,66 % de umidade, todos próximos a 12%, indicado como ideal na literatura.

Quando a distribuição granulométrica os dois materiais, mesmo tendo uma pequena distinção entre as quantidades das partículas maiores, apresentaram comportamento semelhante não interferindo nos resultados da compactação e ensaio mecânico. As porcentagens granulométricas encontradas foram: 0,15% na peneira de 20 mesh, 57,89% na peneira de 35 mesh, 23,56% na peneira de 60 mesh, 9,22% na peneira de 100 mesh e 8,97% no fundo para as serragens e 20,49% na peneira de 20 mesh, 45,20% na peneira de 35 mesh, 15,49% na peneira de 60 mesh, 8,18% na peneira de 100 mesh e 8,66% no fundo para as folhas (Gráfico 01).

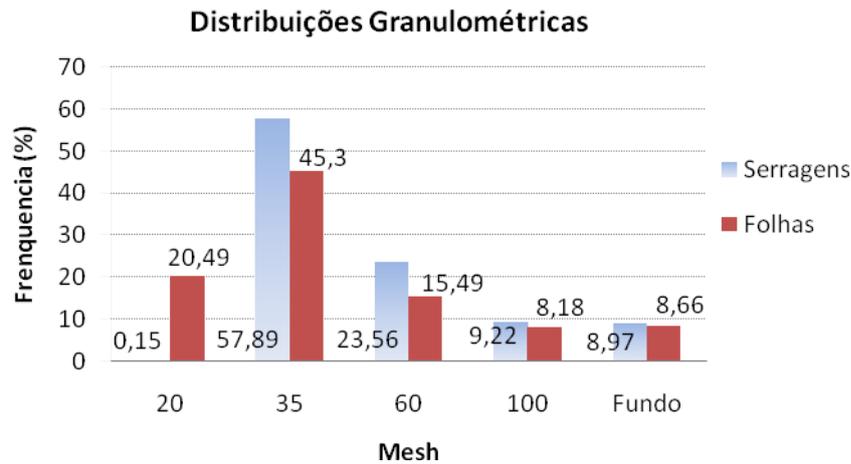


Gráfico 01: Distribuição granulométrica das serragens e folhas de eucalipto.
Graphic 01: Particle size distribution of sawdust and eucalyptus leaves.

Os briquetes formados a partir a compactação dos materiais apresentaram valores médios em altura de 20,65 mm e diâmetro médio de 35,74 mm para as serragens e altura média de 19,59 mm e o diâmetro médio de 35,90 mm para as folhas, comprovando boa compactação de ambos os materiais como é possível se observar na Figura 1.



Figura 01: Briquetes mostrando a compactação dos materiais, onde: A= serragem de eucalipto e B=folhas de eucalipto.
Figure 01: Briquettes showing compression of the materials, where A = sawdust and B = eucalyptus leaves.

Na análise de variância (ANOVA) das alturas dos briquetes dos dois materiais a um nível de 5% de significância, onde:

$H_0: T_1 = T_2$

H_1 : Há diferença entre os tratamentos.

$\alpha: 0,05$

Os valores obtidos para p-valor foi de 0,1289, como ele é maior que 0,05, se aceita a hipótese nula, ou seja, não existe diferença significativa na compactação dos briquetes de serragem e de folha de eucalipto. Com isso fica comprovado estatisticamente que os briquetes dos dois diferentes tratamentos não diferem entre si em relação à compactação.

O ensaio de compressão diametral na gerou a Tabela 1 que mostra os valores de força máxima suportada por cada corpo de prova e também a tensão neste ponto.



Tabela 01: Valores obtidos pelo ensaio mecânico da compressão diametral na máquina universal de ensaios Emic DL 30000 N, em dois tratamentos, onde: CP = corpo de prova; T1 = tratamento com serragem de eucalipto; T2= tratamento com folhas de eucalipto.

Table 1: Values obtained by mechanical testing of the diametrical compression universal testing machine Emic DL 30000 N in both treatments where: CP = specimen; T1 = treatment with sawdust, T2 = treated with eucalyptus leaves.

C.P	T1		T2	
	Força Máx. (N)	Tensão Máx. (Mpa)	Força Máx. (N)	Tensão Máx. (Mpa)
1	63,68	0,48	60,33	0,48
2	63,66	0,48	59,29	0,47
3	63,66	0,48	63,73	0,53
4	64,13	0,48	63,73	0,5
5	64,3	0,48	64,13	0,53
6	63,68	0,48	64,55	0,53
7	63,64	0,48	63,73	0,53
8	63,66	0,48	63,63	0,53
9	63,61	0,47	63,84	0,53
10	63,65	0,47	63,63	0,53
Med	63,77	0,48	63,06	0,52

A partir dos valores de tensão de força máxima mostrados na tabela foi feito a análise de variância (ANOVA) para verificar se a diferença entre os valores eram significativas ou não.

Na análise de variância (ANOVA) das alturas dos briquetes dos dois materiais a um nível de 5% de significância, onde:

Ho: $T_1 = T_2$

H₁: Há diferença entre os tratamentos.

α : 0,05

Os valores obtidos para p-valor foi de 0.2362, como ele é menor que 0,05, aceita-se a hipótese nula, ou seja, não há diferença significativa na força máxima suportada pelos briquetes de serragem e de folha de eucalipto.

CONCLUSÃO

Não existe diferença entre briquetes de folhas e serragem tanto para compactação quanto para resistência mecânica.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo financiamento do projeto e pela bolsa concedida.

REFERÊNCIAS

ACIOLI, J. L. **Fontes de energia**. Brasília: UnB, 1994. 138p.

BOUNDELLE, G. M; CHIES, D.; MARTINS, D.G. **O processo de fabricação de painéis compensados no Estado do Paraná analisado por meio dos rendimentos e dos resíduos gerados**. In: Congresso Ibero-Americano de pesquisa e desenvolvimento de produtos, 2., 2002, Curitiba. **Anais**. Curitiba: UFPR, 2002. Disponível em: <<http://www.remade.com.br>>. Acessado em: 13 set. 2012.

DIAS, J. J. M. **Utilização da biomassa: avaliação dos resíduos e reutilização de pellets em caldeiras domésticas**. 2002. 102 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superiores Técnico. Disponível em: <<http://purl.pt/6611>>. Acessado em: 13 set. 2012.



PAULA, L. E. R. e, et al. **Avaliação de briquetes de resíduos de madeira**. In: XIX Congresso de pós-graduação da UFLA, 19., 2010. Lavras. Anais... Lavras: Instituto Brasileiro da Madeira e das Estruturas de Madeira, 2010.

PAULA, J. C. M. de, **Aproveitamento de resíduos de madeira para confecção de briquetes**. 2006. 37f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006.

PEREIRA JÚNIOR, V. B. **Alternativas para a co-geração de energia de uma indústria de chapas de fibra de madeira**, *Energia na Agricultura*, v.17, n.1, p.34-37, 2001.

SANTOS, R. C.; CARNEIRO A. C. O.; CASTRO R. V. O.; PIMENTA A. S.; CASTRO A. F. N. M.; MARINHO I. V.; VILLAS BOAS M. A.. **“Potencial de briquetagem de resíduos florestais da região do Seridó, no Rio Grande do Norte”**. *Pesquisa Florestal Brasileira* 31, n.º. 68 (junho 14, 2011): 285.