



I SEMINÁRIO ONLINE:

TECNOLOGIA E INOVAÇÃO DE PRODUTOS FLORESTAIS

POTENCIAL ENERGÉTICO DOS RESÍDUOS MADEIREIROS GERADOS EM UMA MARCENARIA NO MUNICÍPIO DE RIO BRANCO, ACRE

KEITI ROSEANI MENDES PEREIRA¹, ANA TENILE NASCIMENTO MACIEL²,
JOSÉ AUGUSTO LINDOSO DA SILVA³

¹UFAC- Universidade Federal do Acre. E-mail: keiti.roseani@gmail.com ²UFAC ³ UFAC

Resumo: Os processos produtivos do mercado madeireiro ainda geram bastante resíduos devido a fatores como a falta de eficiência e mão de obra desqualificada. Esses resíduos madeireiros detêm um grande potencial como combustíveis energéticos, porém ainda são pouco utilizados para esse fim no estado do Acre. O objetivo do trabalho foi caracterizar as propriedades físicas e químicas dos resíduos de madeira gerados em diferentes máquinas de uma marcenaria, visando a sua utilização na confecção de produtos densificados para fins energéticos. As amostras foram caracterizadas quanto a sua granulometria, teor de umidade e massa específica aparente. A plaina e a desgrossadeira juntas totalizaram 83% dos resíduos em forma de partículas gerados na marcenaria. A média do teor de umidade obtido foi de 22,41%, sendo que a desgrossadeira (T3) obteve um maior teor de umidade, com 28,92%, seguida da plaina (T4) com 21,65%. As máquinas serra circular e esquadrejadeira apresentaram as maiores porcentagens de massa retida nas peneiras 35 e 60 Mesh, mostrando-se como resíduos de maior potencial para confecção de produtos sólidos densificados.

Palavras-chave: Marcenaria, Resíduos Madeireiros.

INTRODUÇÃO

A biomassa é a matéria orgânica, de origem animal ou vegetal, que pode ser utilizada na produção de energia. Em termos de biomassa florestal, pode ser toda a matéria vegetal proveniente de áreas florestais, madeira, galhos e folhas, além dos resíduos gerados nos processos da indústria madeireira.

Os resíduos florestais apresentam vantagens que os caracterizam como um bom combustível, como a facilidade de secagem, o elevado poder calorífico, a baixa temperatura de ignição e a presença de voláteis em quantidades significativas (WERTHER et al. 2000). Atualmente, usinas de reciclagem utilizam resíduos de madeira provenientes dos aterros sanitários ou da construção civil, para geração de cavacos com fins energéticos (LOPES et al. 2016).

Do ponto de vista econômico a geração de grande quantidade de resíduos da madeira está relacionada a baixa eficiência dos processos produtivos, aumento de custos de produção e a redução da lucratividade, o que prejudica diretamente a competitividade das empresas (LOPES et al, 2016; NOLASCO e ULIANA, 2014).

Ramos et al. (2017) descrevem formas de aproveitamentos dos resíduos da indústria madeireira, dentro ou fora da empresa. Esses podem ser utilizados na própria empresa como cogeração de energia (térmica e elétrica) e/ou na fabricação de novos produtos (briquetes e aglomerados para móveis), como também doados ou vendidos a

Realização:





I SEMINÁRIO ONLINE:

TECNOLOGIA E INOVAÇÃO DE PRODUTOS FLORESTAIS

outras empresas para compostagem, cama de aviário e como combustível de olarias e cerâmicas.

Devido a ampla heterogeneidade dos resíduos gerados na indústria madeireira é preciso avaliar se o mesmo apresenta potencial ou não, sendo necessário um estudo prévio das características físicas, químicas e energéticas do material a ser utilizado.

Do ponto de vista econômico, o uso de resíduos de madeira para geração de energia tem apresentado uma tendência de crescimento, agregando valor em materiais que seriam descartados. Já o socioambiental, o consumo como biocombustível, possibilita a utilização dos resíduos, evitando a disposição inadequada desses materiais, além da geração de empregos e renda ao longo desta cadeia, gerando uma série de benefícios não apenas aos indivíduos envolvidos, mas para a sociedade como um todo (TOLMASQUIM, 2016).

Em virtude disso, o presente trabalho tem por objetivo caracterizar as propriedades físicas e químicas dos resíduos de madeira, coletados em diferentes máquinas de uma marcenaria, fazendo ele parte de um projeto maior no qual visa utilizar a caracterização das propriedades na confecção de produtos densificados com fins energéticos.

MATERIAL E MÉTODOS

Os resíduos de madeira foram coletados no período de 29 de maio a 20 de junho de 2019, a coleta foi realizada em uma marcenaria localizada no Distrito Industrial, BR-364, município de Rio Branco, Acre. Os resíduos gerados na marcenaria eram compostos das espécies de cerejeira (*Amburana acreana* (Ducke) A. C. Smith), tamarindo (*Tamarindus indica* L.), cedro (*Cedrela fissilis* Vell.), angelim (*Hyemenolobium petraeum* Ducke e cumaru cetim (*Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr.), sendo a mesma gerada em todas as máquinas. Os resíduos foram obtidos nas máquinas: serra circular, esquadrejadeira, plaina e desgrossadeira.

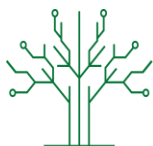
As amostras foram levadas ao Laboratório de Tecnologia da Madeira da Fundação de Tecnologia do Estado do Acre – FUNTAC para realização das análises físicas e químicas. O “mix de resíduos” de madeira foi caracterizado quanto à sua granulometria, teor de umidade e massa específica aparente, considerando as quatro máquinas observadas. A granulometria das partículas foi determinada utilizando-se um conjunto de peneiras padronizado. Foram pesados 50 gramas de resíduos de madeira e posto no conjunto de peneiras em base vibratória, permanecendo por período de 10 minutos.

A análise química imediata dos resíduos de madeira foi determinada conforme a ABNT NBR 6922/81. Todas as análises se deram na forma de triplicatas, utilizando as mesmas amostras da determinação do teor de umidade.

Os dados dos resultados foram anotados em uma tabela para geração de uma planilha de Excel. A análise estatística foi realizada através do programa ACTION 2.9. A normalidade dos dados foi verificada através do teste Kolmogorov – Smirnov. Realizou-se uma análise de variância (ANOVA) para as variáveis demonstrarem sua normalidade. Os dados da análise de variância que se mostraram paramétricos ou normais, utilizaram a normalidade do teste de Tukey à 95% de confiabilidade e para as

Realização:





I SEMINÁRIO ONLINE:

TECNOLOGIA E INOVAÇÃO DE PRODUTOS FLORESTAIS

variáveis que não atenderam estes pressupostos utilizou-se os postos do teste não-paramétrico de Kruskal – Wallis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O volume total de resíduos gerados na marcenaria durante o período de coleta foi de 2,09 m³. Silva et al. (2017) verificou que a geração de resíduos gerados por empresas do setor varia de acordo com a circulação monetária na sociedade.

A plaina e a desgrossadeira juntas totalizaram 83% dos resíduos em forma de partículas gerados na marcenaria. Mendoza et al. (2010) também constataram que essas duas máquinas são responsáveis pelo maior volume na marcenaria estudada.

Observa-se na Tabela 1 os dados estatísticos do ensaio de granulometria para as frações retidas e passantes na malha 35 Mesh e 60 Mesh.

Tabela 1 – Fração Passante (%) e Fração Retida (%) dos resíduos de madeira nas peneiras de 35 Mesh e 60 Mesh.

Máquinas	Peneira 35 Mesh		Peneira 60 Mesh	
	Fração Retida	Fração Passante	Fração Retida	Fração Passante
Serra circular (T1)	0,37	0,38	0,28	0,1
Esquadrejadeira (T2)	15,51	0,45	22,18	0,23
Desgrossadeira (T3)	0,08	0,26	0,07	0,2
Plaina (T4)	5,55	0,1	5,27	0,05

Fonte: Autoria própria, 2019.

De acordo com Tabela 1, para a peneira 60 Mesh, o melhor resultado obtido foi da esquadrejadeira com 22,18% em massa retida e com 0,23% de fração passante. Em seguida, a plaina com 5,27% de volume retido e 0,05% de passante. Após a serra circular com 0,28% de retido e 0,1% de passante. E por último, a desgrossadeira, com 0,07% de retido e 0,20% de passante.

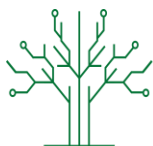
Os resíduos retidos nas peneiras de 60 e 35 Mesh foram utilizados como base para amostragem devido ao fato de ser a peneira mais utilizada para fabricação de briquetes, servindo como resíduo para queima de energia industrial (SOUZA e VALE, 2016).

Conforme Cassilha et. al. (2004), as partículas geradas na marcenaria do presente estudo são classificadas entre serragem e pó de serra, sendo que todas as máquinas analisadas tiveram variância nos seus volumes. Os resultados mostram grande irregularidade das partículas por máquinas, essa irregularidade acarreta como consequência a queima irregular da carga de zona de combustão (VIEIRA, 2012).

Houve diferença significativa entre as máquinas nos valores médios das frações retidas na malha 35 mesh (0,425 mm) e 60 Mesh (0,25 mm). A granulometria da desgrossadeira e plaina apresentaram uma partícula residual maior que as encontradas em serra circular e esquadrejadeira. A granulometria das partículas influencia diretamente no uso dos resíduos, principalmente para produtos sólidos densificados. Ortiz (2003) considera as dimensões de partículas ideais entre 0,5 a 1,0 mm na

Realização:





I SEMINÁRIO ONLINE:

TECNOLOGIA E INOVAÇÃO DE PRODUTOS FLORESTAIS

confecção de pellets e briquetes. Com base nos resultados das frações retidas, os resíduos gerados na serra circular obtiveram os valores mais propícios para produção de produtos densificados.

Os resíduos gerados pelas máquinas apresentaram densidades aparentes de 0,15 g.cm⁻³ pela serra circular, 0,16 g.cm⁻³ pela esquadrejadeira, 0,09 g.cm⁻³ pela desgrossadeira e 0,11 g.cm⁻³ pela plaina.

A Tabela 2 apresenta a análise química imediata do “mix dos resíduos” de cada máquina utilizada pela marcenaria.

Tabela 2 – Análise química imediata do “míx dos resíduos” de cada máquina utilizada na marcenaria.

Tratamentos	TMV (%)	TCZ (%)	TCF (%)	Teor de umidade (%)
Serra Circular (T1)	81,70 ab	38,72 a	20,42 a	19,62 b
Esquadrejadeira (T2)	82,15 a	53,54 a	35,68 a	19,46 b
Desengrossadeira (T3)	79,69 b	51,03 a	30,72 a	28,92 a
Plaina (T4)	77,25 c	55,08 a	32,32 a	21,65 a
Média	80,20	49,59	29,79	22,41

Médias com a mesma letra, não diferem estatisticamente entre si ($P > 0,05$) pelo teste Tukey.

Fonte: Autoria própria, 2019.

De acordo com a Tabela 2, a média geral do teor de umidade obtido foi de 22,41%, sendo que a desgrossadeira (T3) obteve um maior teor de umidade, com 28,92%, devido suas partículas serem maiores que as outras máquinas utilizadas, seguida da plaina (T4) com 21,65%, serra circular (T1) com 19,62, e por último a esquadrejadeira (T2) com 19,46.

De acordo com Depollo, (2010), o teor de materiais voláteis para fabricação de briquetes deve ser em torno de 72% a 73%. Os resultados deste trabalho se mostraram melhores que o esperado pelo autor, pois o valor médio do teor de materiais voláteis encontrado foi de 80,20%, sendo o tratamento da esquadrejadeira o maior (82,15%). O teor de carbono fixo depende principalmente do teor de materiais voláteis, desta forma, madeira com maiores teores de materiais voláteis, tem menores teores de carbono fixo.

CONCLUSÃO

As máquinas serra circular e esquadrejadeira apresentaram as maiores porcentagens de massa retida nas peneiras 35 e 60 Mesh, mostrando-se como resíduos de maior potencial para confecção de produtos sólidos densificados para fins energéticos.

Os valores de teores de materiais voláteis e teor de carbono fixo foram satisfatórios em todos os tratamentos avaliados, quando comparados a outras biomassas, conclui-se que o resíduo gerado pela marcenaria pode ser utilizado em processos para produção de energia.

AGRADECIMENTOS

Realização:





I SEMINÁRIO ONLINE:

TECNOLOGIA E INOVAÇÃO DE PRODUTOS FLORESTAIS

Agradecemos a professora Dr. Keiti Roseani Mendes Pereira e a Universidade Federal do Acre por proporcionarem a oportunidade da realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASSILHA, A. C.; JUNIOR, E. F. C.; SILVA, M. C.; PODLASEK, C. L.; MENGATTO, S. N. F. INDÚSTRIA MOVELEIRA E RESÍDUOS SÓLIDOS: CONSIDERAÇÕES PARA O EQUILÍBRIO AMBIENTAL **Revista Educação & Tecnologia**. Curitiba, Editora do CEFETPR, v.8, p. 209 – 228. 2004.

DEPOLLO, R. L. **Briquetes – Agroenergia**. Publicado em 6 de abril de 2010. Disponível em: <<http://agronomos.ning.com/profiles/blogs/briquetes-agroenergia>>. Acesso em: 18 jul. 2019.

LOPES, G. A.; BRITO, J. O.; MOURA, L. F. Uso energético de resíduos madeiros na produção de cerâmicas no estado de São Paulo. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 2, p. 679–686, 2016.

MENDOZA, Z. M. S. H.; EVANGELISTA, W. V.; ARAÚJO, S. O.; SOUZA, C. C.; RIBEIRO, F. D. L.; SILVA, J. C. Análise dos resíduos madeiros gerados nas marcenarias do município de Viçosa – Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 34, n. 4, p. 755–760, 2010.

NOLASCO, A. M.; ULIANA, L. R. Gerenciamento de Resíduos na Indústria de Pisos de Madeira. Piracicaba: **ANPM**, 2014.

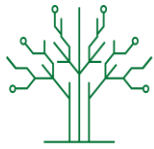
ORTIZ, L., A. TEJADA, A. VÁZQUEZ Y G. PIÑEIRO. Aprovechamiento de la Biomasa Forestal producida por la cadena monte-industria III: Producción de elementos densificados. **Revista del Centro de Innovación y Servicios Tecnológicos de la Madera de Galicia**. CISMadera, v. 11, p. 17-32. 2003.

RAMOS, W. F.; RUIVO, M. L. P.; JARDIM, M. A. G.; PORRO, R.; CASTRO, R. M. S.; SOUZA, L. M. Análise da indústria madeireira na Amazônia: Gestão, uso e armazenamento de resíduos. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 43, p. 1–16, 2017.

SILVA, C. P. D., VIEIRA, R. D. S., SILVA, I. C., DORNELAS, A. S. P., & BARAÚNA, E. E. P. (2017). Quantificação de resíduos produzidos nas indústrias madeiras de Gurupi, TO. *Floresta e Ambiente*, 24.

Realização:





I SEMINÁRIO ONLINE:

TECNOLOGIA E INOVAÇÃO DE PRODUTOS FLORESTAIS

SOUZA, F.; VALE, A. T. Densidade energética de briquetes de biomassa lignocelulósica e sua relação com os parâmetros de briquetagem. **Pesquisa Florestal Brasileira.**, Colombo, v. 36, n. 88, p. 405-413, out./dez. 2016.

TOLMASQUIM, M. T. **Energia Renovável:** Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica. Rio de Janeiro: EPE, 2016.

VIEIRA, A. C. Caracterização da biomassa proveniente de resíduos agrícolas para geração de energia. Cascavel, PR: **UNIOESTE.** 56 p. 2012.

WERTHER, J.; SAENGER, M.; HARTGE, E. U.; OGADA, T.; SIAGI, Z. Combustion of agricultural residues: Progress in energy and combustion science. **Pergamon**, v. 26, p. 1–27, 2000.

Realização:

