

**GERAÇÃO DE ENERGIA A PARTIR DE BRIQUETES
PRODUZIDOS DE PÓ DE SERRAGEM DE MDF (Medium Density
Fiberboard) PROVENIENTE DE UMA FÁBRICA DE MÓVEIS
-BIOMASSA**

Pedro Martins Rocha

Graduando em Engenharia de Produção-Grupo UNIS; Graduando em Logística- Faculdade Estácio de Sá

pedromdarocha@gmail.com

Daniel Perez Bondi

Graduando em Engenharia de Produção-Grupo UNIS

daniel_bondi@hotmail.com

Rhuan Lopes Leite

Graduando em Engenharia de Produção-Grupo UNIS

rhuan.lopes@hotmail.com

César Mattos Neto

Graduado em Logística-Faculdade Estácio de Sá; Graduando em Engenharia de Produção-Grupo UNIS

neto.cesar@gmail.com

Bruno Carlos Alves Pinheiro

D.SC Ciência e Tecnologia de Mateirais

bruno.pinheiro@unis.edu.br

Resumo: O presente estudo discorre da questão dos resíduos de madeira gerados pelo setor moveleiro e propõe uma alternativa de destinação energeticamente viável. Tendo como premissa estimular a utilização eficiente dos resíduos nas empresas e, com objetivo geral, de propor um aperfeiçoamento na geração de energia para uso interno das mesmas, a partir do uso da compactação baseando-se na definição e processo de briquetagem. A escolha de utilização do MDF se deu a partir das pesquisas bibliográficas realizadas, onde foi verificado um baixo índice de fontes ligados ao tema. Outro ponto avaliado se deu a grande gama de empresas que utilizam o MDF como matéria-prima e sinalizam dificuldades em lidar com os resíduos oriundos do processo de fabricação (pó e serragem de MDF).

Palavras chave: resíduos, madeira, destinação, briquetagem, energeticamente, biomassa.

1. Introdução

As fontes renováveis têm contribuído significativamente para uma otimização da eficiência energética nacional. A geração com fonte em energia eólica e em biomassa, especialmente de bagaço de cana-de-açúcar, tem se apresentado como setores que se destacaram na produção de energia elétrica. A matriz energética mais renovável do mundo industrializado é a do Brasil, com 45,3% de sua produção proveniente de fontes como recursos hídricos, biomassa e etanol, além da energia eólica e solar. (BRASIL, 2010). O Brasil produz cerca de 14 milhões de toneladas de resíduos de madeira por ano, dentre estes, 7 milhões de toneladas de resíduos secundários da indústria moveleira e de indústrias de transformação, como lápis, pellets, construção civil, caixaria, compósitos tipo MDF, OSB ou compensados (GENTIL, 2008).

Segundo Farage *et al.* (2009), o MDF é produzido a partir da redução das toras de madeira a fibras, por meio de processo termomecânico. Assim, a matéria-prima mais utilizada na produção de MDF é o pinus,

seguido do eucalipto (LIMA, 2005). Atualmente o setor moveleiro caracteriza-se pela união de vários processos produtivos e diversificação dos materiais utilizados na confecção dos móveis. Utiliza-se como matéria-prima principal a madeira maciça ou chapas de madeira reconstituída (MDF), onde as indústrias deparam-se com volumes cumulativos de resíduos que conflitam com as questões ambientais (CASAGRANDE et al., 2004).

De acordo com Coutinho et al. (1999), 60% da madeira utilizada pelo setor moveleiro são de chapas reconstituídas (MDF).

De acordo com Feitosa (2007), os resíduos de madeira são, por muitas vezes, associados à palavra problema, pois geralmente seu descarte, transporte e armazenamento geram transtornos tanto financeiros quanto logísticos. Pelo fato de o resíduo estar em seus depósitos ocasionando custos e conseqüentemente reclamações de clientes internos e órgãos regulamentadores, as empresas devem se planejar de maneira eficiente para que o resíduo retorne à cadeia produtiva sem que acarrete maiores custos.

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT/NBR 10004/2004, os resíduos sólidos são todos os resíduos nos estados sólido e semissólido resultantes das diversas atividades humanas.

Segundo Cunha e Galvão (2002) os resíduos de madeira gerados em toda a cadeia de transformação representam 60% a 70% da madeira cortada, desde o processo de corte das árvores até o processo fabril de móveis. Segundo Teixeira (2005) o resíduo de madeira pode ter dois fins principais: o uso em granjas e currais como forragem de piso ou como material de queima para produção de energia térmica e/ou elétrica.

O conhecimento da qualidade, quantidade e possibilidades de uso deste material pode gerar uma alternativa que torne viável o seu manuseio, pois além do desperdício de recursos naturais e do impacto ao meio ambiente, estes usos tradicionais não levam em conta o potencial econômico e energético destes materiais (FEITOSA, 2007).

1.1 O BRIQUETE E O PROCESSO DE BRIQUETAGEM:

Segundo Remade(2009), o briquete é uma fonte concentrada e comprimida de material energético, podendo ser proveniente de biomassa vegetal, ou fina de carvão misturado a algum tipo de adesivo. Os briquetes de biomassa não necessitam de nenhum tipo de aglutinante, devido ao poder plástico da lignina que, como pressão, se molda em nova forma.

O briquete é uma fonte reciclada de lenha, conhecido como lenha ecológica resultado do processo de secagem e prensagem de serragem ou pó dos mais diversos tipos de madeira substituindo métodos mais convencionais, com a vantagem de não necessitar qualquer modificação no equipamento, (fornos, caldeiras, etc).

Segundo Remade(2009), os resíduos da biomassa vegetal apresentam características que dificultam seu pleno aproveitamento como manuseio e potencial energético, dentre elas destacam-se: Alto teor de umidade; Baixa densidade; Forma e tamanho irregular;

A compactação ou briquetagem é uma forma de eliminar estas características indesejáveis e criar um produto de maior valor agregado.

Dessa forma, materiais de pouco nenhum valor de beneficiamento agregado (resíduos) podem se tornar um produto de elevado valor combustível para máquinas a vapor, forjas, culinária e outras aplicações, pois este método permite recuperar grande parte dos finos considerados como rejeito do processo.

A briquetagem é um processo muito vantajoso no que diz respeito à armazenagem de material, haja vista a grande redução de volume do material, implicando em um armazenamento de energia maior em um menor espaço para estocagem. Além disso, há vantagem de diminuir os custos com o transporte, visto que, em decorrência do fato do material estar condensado, poderá ser transportada uma quantidade muito superior de biomassa em espaço físico reduzido. Abaixo segue quadro que, segundo Biomachine(2006), compara e ilustra o desempenho entre o briquete e a lenha:

Quadro comparativo de desempenho briquete x lenha

Briquete	Lenha
Alto poder calorífico	Baixa temperatura da chama
Armazenagem racional paletizada	Grandes áreas para armazenamento
Redução da mão de obra no manuseio	Maior mão de obra
Redução de volume na estocagem e no transporte	Sujeira no local de estocagem e no transporte
Menos poluição com mais energia	Grande quantidade de cinzas
Maior temperatura da chama	Quebras de partes internas da fornalha
Isento de licenças especiais	Licenças especiais
Baixo teor de cinzas	Baixa uniformidade de calor
Umidade baixa	Material com grande umidade

Fonte: Biomachine(2006)

2. Métodos e Materiais

Para que se possa aprofundar melhor ao tema e ao assunto tratado por este trabalho, necessitou-se de uma pesquisa em livros e artigos científicos encontrados na Internet. Por esses mesmos métodos, foi possível detectar maneiras de se estudar a capacidade energética do produto, sua utilidade e o contexto no qual o mesmo se encontra.

Foram, ainda, encontrados diversos materiais científicos que utilizam do briquete como uma alternativa energética de reaproveitamento de resíduos, porém, o que foi encontrado tem como material básico os resíduos em geral e, ainda, utilizam a briquetadora como ferramenta para a compactação dos mesmos.

Tendo em vista a falta de pesquisas que trate deste assunto de forma a acrescentar ou auxiliar na confecção artesanal de briquetes, o presente estudo visa desenvolver de forma prática um meio de utilizar os resíduos de MDF demonstrando por meio de testes uma possível fonte de geração de energia.

Como material prático foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Serragem de MDF extraída de uma fábrica de móveis situada em Sereno-MG;
- Peneiras de análise granulométrica de espessuras 0,15mm, 2,0mm e 4,5mm;
- Bacia para armazenamento e mistura do MDF com o aglutinante escolhido (água);
- Balança Eletrônica BG400;
- Copo dosador modelo csn400 ml (com o objetivo de medir a quantidade de água e MDF misturados a serem utilizados na composição do Briquete);
- Prensa Hidráulica RIBEIRO 15 TON com Moldes do formato cilíndrico de diâmetro interno de 30mm e altura de 7 cm;
- Paquímetro Worker 150 mm 6 Pol;
- Bureta Vidrolabor 50 ml;
- Microscópio Usb - Hd 2mp 1000 X Usb Microscopio Endoscopio Camera With 8 Led 1000x;
- HS-3V Cronômetro de mão Digital CASIO uso Profissional 1/100;
- Microsoft Excel 2007 para lançamento e análise de dados;
- Microsoft Word 2007 para a escrita deste;

Para a fase de levantamentos de dados foram realizadas pesquisas envolvendo o material em questão e testes, considerados úteis pela bibliografia, para que se prove sua eficiência energética.

Ainda foram realizados testes para a construção do briquete ideal, tomando por base, variáveis como quantidade e tipo de aglutinante e proporção da relação material/massa do corpo de prova.

Com o objetivo de se adquirir maior conhecimento prático do uso, composição, descarte e/ou reuso do material, foram feitas visitas técnicas às fabricas Moveis DAGA, fábrica essa situada em Sereno-MG e Móveis Parma situada em Ubá-MG.

Para a confecção dos corpos de prova, foi utilizado pó de serragem de MDF (*Medium Density Fiberboard*) extraído de uma fabrica de móveis planejados situado em Sereno-MG.

Realocado ao laboratório de materiologia da instituição de ensino Grupo Unis-Campus FIC situada em Cataguases-MG, o material foi peneirado por equipamentos de granulometrias diferentes e, posteriormente, pesado na balança eletrônica BG400 de forma a manter a mesma massa em todos os corpos de prova, anteriormente à sua prensagem.

De acordo com suas características dimensionais, os resíduos podem ser classificados como:

- Aparas: Pedacos maiores do corte da madeira ou do painel;
- Cavacos: Partículas com dimensões máximas de 50 x 20 mm, em geral provenientes do uso de picadores;
- Maravalhas: Resíduo com mais de 2,5 mm;
- Serragem: Partículas de madeira provenientes do uso de serras, com dimensões entre 0,5 e 2,5 mm
- Pó: Resíduos menores que 0,5 mm

Os peneiramentos ocorreram com 3(três) tipos de peneiras com granulometrias distintas, sendo elas de 0,15 mm (Pó), 2,0 mm(Serragem) e 4,5 mm(Maravalhas). A escolha dos tipos de peneira se deve à possibilidade de suas variações granulométricas gerarem um posicionamento mais adequado no que diz respeito à capacidade energética de cada corpo por elas, posteriormente, fabricados.

Foram produzidos cerca de 600 gramas de material peneirado seco, sendo que cada peneira produziu quantidades iguais de material a ser trabalhado.

Para que ocorra a mistura do material, foi utilizada uma bacia com o propósito de depositar o MDF peneirado, sendo estes alocados de acordo com a sua granulometria específica em bacias diferentes.

Adicionado ao material peneirado a mesma proporção de água, sendo essa utilizada como aglutinante, foi feita uma mistura de forma a tornar o material o mais homogêneo e úmido possível.

Foram utilizados 200 gramas dessa mistura, ainda úmida, em um molde de prensagem no formato cilíndrico com dimensões de 30 mm de diâmetro e 7 cm de altura. Após alocado na parte fêmea do molde, foi feita a prensagem em uma prensa hidráulica do modelo RIBEIRO 15 TON, sendo que foram submetidos a um peso equivalente a 12 toneladas. Após retirado do molde, foram feitas medidas de massa e dimensões (Altura e diâmetro) dos corpos, para que se fosse possível comparar suas dimensões antes e após a secagem. As aferições de massa ocorreram com o auxílio da balança eletrônica BG400 e as dimensões foram aferidas com o auxílio do equipamento Paquímetro Worker 150mm 6 Pol.

Para a produção dos moldes e ensinamentos no que diz respeito à forma de manuseio e cuidados que devem ser tomados ao utilizar o laboratório de materiologia, foi contado o auxílio do bolsista de iniciação científica e graduando em engenharia de produção, pelo Grupo Unis, Sérgio Célio.

Concluído o processo de produção e medição dos corpos de prova, estes foram armazenados no laboratório de materiologia, de forma a não obtenção de influências climáticas externas. Para que não houvesse influência de eventuais sobras de material no molde, foram feitas limpezas com óleo após cada medição.

Após sete dias de armazenamento para secagem, foram feitas novas medições de forma a comparar o material anteriormente úmido com suas medidas após o período de secagem. Foram, ainda, utilizados de cálculos na planilha *Microsoft Excel* para definir qual a porcentagem de água foi perdida no processo de secagem.

Na mesma ocasião foram feitos os testes de queima, de densidade dos resíduos peneirado, resíduos de queima e de granulometria.

Para o teste de densidade do material de amostra foram realizadas, com o material peneirado, comparações entre eles, com o objetivo de se distinguir suas densidades para se obter parâmetros para comparações e possíveis explicações sobre os diferentes tempos de queima. Nesse teste, para uma eficiente conclusão, foram retiradas amostras de mesmo volume (10 ml) de cada tipo de granulometria seca. Após pesagem, foram obtidos dados suficientes para determinar suas respectivas densidades.

O teste de queima foi realizado no laboratório de materiologia. Nesse teste foi observado o tempo de queima em dois aspectos, a produção de chama e o tempo de brasa. Ambos foram cronometrados a partir do HS-3V Cronômetro de mão Digital CASIO uso Profissional 1/100.

Ao obterem-se os resíduos de queima de cada tipo de peneira, observou-se sua densidade conforme previamente orientado pelo professor Dr. Bruno Pinheiro. Os resíduos foram despejados em uma bureta Vidrolabor 50ml e posteriormente pesada, definindo assim, sua densidade.

O teste de granulometria foi realizado no laboratório de materiologia. Nesse teste foi observado o tipo de grão, seu formato e o espaçamento entre eles.

Esse teste foi realizado com o Microscópio Óptico. Esse microscópio possui a capacidade de captar a imagem encontrada e transferi-la para um computador. Ressalta-se que esse teste foi feito com o material na forma de briquete, de acordo com o molde utilizado, retirando-se as mesmas quantidades de cada granulometria para a análise. Para esse teste, foi contado o auxílio do professor Bruno Pinheiro, no manuseio do Microscópio óptico mencionado.

Após coletados todos os dados, foram feitos lançamentos e cálculos no Microsoft Excel, para posterior análise e discussão.

3. Resultados e Discussões

Através dos registros dos briquetes testados, permitiu-se obter dimensões, massa e características gerais do elemento em questão, assim como o tempo médio de queima de cada granulometria, a porcentagem de água perdida após um período de secagem ao tempo e a densidade média dos resíduos da queima.

Abaixo segue a tabela com dados referentes às medições obtidas após modelagem do briquete ainda úmido.

Tabela 1- Análise de dimensões e massas dos briquetes úmidos, peneirados ao equipamento de granulometria 2,0mm.

Briquetes	Dimensões	Massa
B1	32 x 30 mm	15,13x10 ⁻⁷ Kg
B2	20 x 30 mm	11,67x10 ⁻⁷ Kg
B3	22 x 30 mm	10,67x10 ⁻⁷ Kg
B4	22 x 30 mm	9,34x10 ⁻⁷ Kg
B5	25 x 30 mm	11,56x10 ⁻⁷ Kg
B6	24 x 30 mm	10,95x10 ⁻⁷ Kg
B7	25 x 30 mm	10,98x10 ⁻⁷ Kg
B8	27 x 30 mm	10,00x10 ⁻⁷ Kg
Média	24,625 x 30 mm	11,287x10 ⁻⁷ Kg

Fonte: Elaborada pelo autor

Abaixo segue a tabela com dados referentes às medições obtidas do briquete seco a temperatura ambiente, de acordo com suas granulometrias, tendo em vista uma possível não utilização do cliente de estufas ou equipamentos para secagem.

Tabela 2-Análise de dimensões e massas dos briquetes secos, de granulometria 2,0mm.

Briquetes	Dimensões	Massa
B1	36 x 31 mm	13,45x10 ⁻⁷ Kg
B2	29 x 31 mm	9,93x10 ⁻⁷ Kg
B3	25 x 31 mm	9,82x10 ⁻⁷ Kg
B4	25 x 32 mm	9,28x10 ⁻⁷ Kg
B5	27 x 31 mm	9,96x10 ⁻⁷ Kg
B6	29 x 32 mm	9,96x10 ⁻⁷ Kg
B7	30 x 31 mm	9,65x10 ⁻⁷ Kg
B8	30 x 32 mm	10,04x10 ⁻⁷ Kg
Média	28,87 x 31,37 mm	10,26x10 ⁻⁷ Kg

Fonte: Elaborada pelo autor

Para o cálculo da porcentagem de perda de massa, comparou-se o briquete em estado inicial úmido com o mesmo material, porém após secagem. Abaixo, seguem tabelas com os valores percentuais obtidos. Vale observar, que as demonstram as diferenças de perda de material relativa a cada tipo de prensagem, visando estabelecer uma possível variabilidade percentual em cada tipo de granulometria. Ao analisarmos as porcentagens abaixo descritas, observa-se uma maior perda de massa proveniente dos briquetes peneirados com o equipamento de granulometria equivalente a 2,0 mm, posteriormente a de 0,15 mm e, por último, a de 4,5 mm.

Tabela 3- Análise do percentual de perda de massa, em cada tipo de granulometria.

Briquetes	0,15mm	2,0mm	4,5mm
B1	11%	23%	1%
B2	15%	8%	2%
B3	8%	16%	3%
B4	1%	23%	5%
B5	14%	12%	2%
B6	9%	15%	3%
B7	12%	11%	5%
B8	2%	17%	5%
Média	9%	16%	3%

No teste de granulometria, foram observados a diferença nas partículas de cada elemento, conforme demonstrado nas figuras a seguir. As imagens apresentadas revelam a diferença granulométrica e o nível de espaçamento entre as partículas analisadas. A Figura 1 representa o material peneirado a uma granulometria de 0,15 mm. Observa-se um pequeno espaçamento entre as fibras e grande coesão entre os grãos. Percebe-se, ainda, a presença de vales na microestrutura, que podem ser responsáveis por uma possível queda na eficiência energética do corpo. Na figura 2, referente ao material peneirado a 2,0mm, observa-se uma grande diferença se comparado ao elemento da Figura 1. O número de vales e espaçamento entre as fibras reduz-se, sendo essa a provável causa de uma elevação na eficiência no nível granulométrico em questão. Na figura 3, observa-se um total distanciamento entre as partículas e pequena coesão entre os grãos quando comparado com as demais amostras. É possível observar, ainda, a presença de resíduos, podendo ser este o possível responsável por uma futura redução de sua eficiência energética.

Imagens das partículas microscópicas de cada tipo de granulometria.

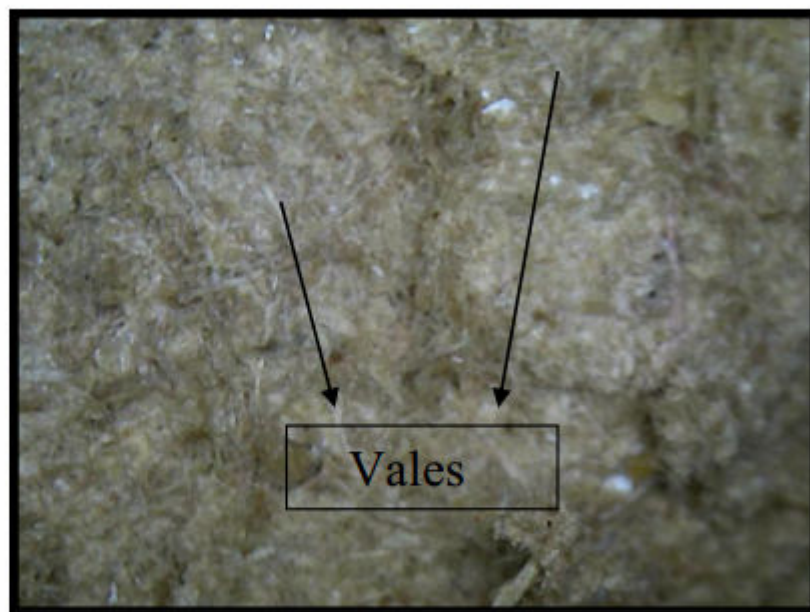


Figura 1: Material peneirado a uma granulom

Fonte: Elaborada pelo autor

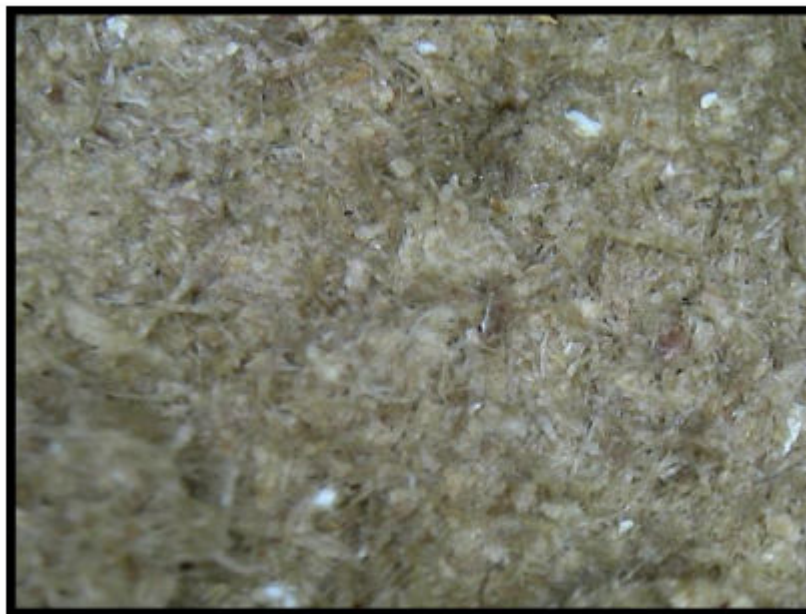


Figura 2: material peneirado a uma granulometria de 2,0 mm

Fonte: Elaborada pelo autor



Figura 3: material peneirado a uma granulometria de 4,5 mm

Fonte: Elaborada pelo autor

No teste de densidade do material peneirado, é possível observar uma maior densidade do peneiramento de granulometria 2,0 mm. A partir desse resultado, pode-se supor que o fato de o briquete de 2,0 mm possuir maior densidade, poderá haver um maior agrupamento de material no briquete, podendo promover uma melhor eficiência de queima. A tabela 8 apresenta os resultados obtidos:

Tabela 4- Teste de densidade do material peneirado

Granulometria	4,5 mm	2,0mm	0,15mm
Massa (Kg)	$1,58 \times 10^{-3}$	$2,45 \times 10^{-3}$	$2,13 \times 10^{-3}$
Volume (cm ³)	10×10^3	10×10^3	10×10^3
Densidade (Kg/cm ³)	$1,58 \times 10^{-7}$	$2,45 \times 10^{-7}$	$2,13 \times 10^{-7}$

Fonte: Elaborada pelo autor

No teste de queima, de acordo com as tabelas abaixo, observa-se as diferenças nos tempos de chama alta e brasa. Após a cronometragem de cada material, e utilizando de dados estatísticos, foi possível verificar uma diferença nos tempos de queima.

Este estudo de caso revelou que houve, em média, uma diferença de 00:01:10 minutos se comparados o último (2,0 mm) ao primeiro (4,5 mm) grupo de briquetes a finalizar a chama. Ao analisar o tempo total de queima, observou-se em média, uma diferença de 00:06:33 minutos se comparados o último (2,0 mm) ao primeiro (4,5 mm) grupo de briquetes ao finalizar a queima total. De acordo com o Art. 2º da lei nº 11520, de 03 de agosto de 2000, materiais derivados de MDP, MDF e assemelhados, na forma de cavacos, serragem, pó de lixamento, aglomerado, compensado e demais derivados poderão ser utilizados como combustível em processo de geração de calor por combustão externa, em caldeiras e fornos;

Tabela 5- Análise do tempo de queima referente à chama e a brasa, em cada tipo de granulometria.

	Briquetes	0,15mm	2,0mm	4,5mm
Queima/chama	B4	00:07:00	00:07:15	00:07:20
Queima/Brasa		00:31:31	00:30:56	00:30:12
Queima/chama	B5	00:06:59	00:09:16	00:08:09
Queima/Brasa		00:35:50	00:42:25	00:33:35
Queima/chama	B6	00:06:59	00:07:08	00:07:26
Queima/Brasa		00:35:58	00:35:06	00:29:40
Queima/chama	B7	00:06:23	00:09:31	00:07:26
Queima/Brasa		00:35:47	00:34:22	00:29:30
Queima/chama	B8	00:06:37	00:06:51	00:08:35
Queima/Brasa		00:35:49	00:41:50	00:29:00
Média de chama		00:06:48	00:08:00	00:07:47
Média total		00:34:59	00:36:56	00:30:23

Fonte: Elaborada pelo autor

Com o objetivo de se obter a quantidade de resíduo ainda remanescente e podermos definir o volume final de resíduos após o processo de queima (cinzas), foi realizado o teste com os resíduos. Após análise, observa-se uma redução no percentual de resíduos, quando comparados com o material anterior à queima e observa-se, ainda, uma menor densidade (em média) dos resíduos quando observado o briquete queimado, de granulometria 2,0mm. Abaixo, a tabela indica a sua massa, seu volume e densidade.

Tabela 6-Análise residual pós queima - Granulometria 2,0mm

Briquetes	Volume do resíduo (cm ³)	Massa do Resíduo (mg)	Densidade do Resíduo (Kg/cm ³)
B5	10	3,45 x 10 ⁻⁴	3,45 x 10 ⁻⁵
B6	13	4,64 x 10 ⁻⁴	3,57 x 10 ⁻⁵
B7	11	3,56 x 10 ⁻⁴	3,24 x 10 ⁻⁵
B8	11	4,12 x 10 ⁻⁴	3,75 x 10 ⁻⁵
Média	11,25	3,94 x 10 ⁻⁴	3,50 x 10 ⁻⁵

Fonte: Elaborada pelo autor

4. Conclusão

Os resíduos de MDF (*Medium Density Fiberboard*), encontrados em abundância em pequenas, médias e grandes indústrias moveleiras, têm como alternativa para sua utilização, o uso desse material em forma de briquetes como matriz energética para uma possível fonte de energia interna, como acendimento de caldeiras e fornos.

Para observar a possível eficiência produtiva do processo estudado, testes e visitas técnicas geraram dados e conhecimentos para uma possível aplicação e reconhecimento energético do material, gerando dados suficientes para um estudo mais aprofundado do tema.

Para a confecção dos briquetes, o material foi peneirado à granulometrias de 0,15 mm, 2,0 mm e 4,5 mm. Posteriormente, o material do peneiramento foi umidificado com o aglutinante água a proporções iguais e prensado a 12 toneladas por uma prensa hidráulica, formando os corpos de prova. Após período de 7 dias de secagem, é observado uma redução de, em média, 9%, 16% e 3%, respectivamente, de perda de massa. O tempo observado no teste de queima nos revela que o briquete de 2,0mm possui uma média de 00:36:56 minutos o de 0,15mm apresenta média de 00:34:59 minutos e o último, e com menor tempo de queima, o briquete de 4,5mm com 00:30:23 minutos.

Observou-se uma variabilidade entre os tipos de peneira, densidade do produto, que podem, de acordo com dados estatísticos, gerar um maior tempo de queima.

Ao comparar os testes de tempo de queima, granulometria (no microscópio óptico), densidade de material peneirado, percentual de perda de massa e densidade dos resíduos, observa-se que o produto produzido com granulometria de 2,0mm, pode ser considerado (em média) como o mais eficiente dentre os métodos de granulometria observados.

Conclui-se, portanto, que pode ser considerado importante um beneficiamento mínimo para que haja uma maior eficiência energética no produto em questão.

REFERÊNCIAS

CASAGRANDE, E. F., 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.

GENTIL, L. V. B. Tecnologia e economia do briquete de madeira. 2008. 215 f. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

LIPPEL. Briquetagem e peletização: Transformando resíduos de biomassa em briquetes e pellets.
Disponível em: <<http://www.lippel.com.br/br/sustentabilidade/briquetagem-e-peletizacao.html#.UjM9Mz-Pzt4>> Acesso em 13 set. 2013.

LPF/IBAMA. Laboratório de produtos Florestais – IBAMA.
Disponível em: <<http://www.lippel.com.br/>>. Acesso em: abril 2011.

REVISTA DA MADEIRA. Setor projeta caminhos para o crescimento. Mercado interno e exportações enfrentam realidades diferentes – Revista da Madeira, v.125, novembro de 2010.

MINISTÉRIO do meio ambiente. Brasil,2010.
Disponível em <http://www.brasil.gov.br/meioambiente/2010/11/matriz-energetica>

ROQUE, C. A. L., VALENÇA, A. C. V. Painéis de Madeira Aglomerada. BNDES Setorial. 1998.
Disponível em <http://www.bndes.gov.br/conhecimento/bnset/set805.pdf>.

BIOMAX Indústria de Máquinas Ltda. O Briquete – Alternativa Energetica.
Disponível em: <http://www.biomaxind.com.br/site/br/briquete.html>

Laudo da Universidade Federal de Santa Catarina – CFM/Departamento de Química.
Disponível em: <http://incobio.com.br/produto/dados-tecnicos/>

UNIVERSALŪS MEDŽIO PRODUKTAI.
Disponível em: <http://www.briquette.lt/index.php/pageid/877>

GOMES.ADRIANA TESE DE DOCTOR SCIENTIATE.
Disponível em: http://www.tede.ufv.br/tedesimplificado/tde_arquivos/3/TDE-2013-04-15T150418Z4436/Publico/texto%20completo.pdf

LUIZ.RODRIGO;CAMPOS.RUBYA; ALECIO.JOÃO
Disponível em : http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STP_205_158_25719.pdf