

UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE *Tectona grandis* APLICADO À PRODUÇÃO DE BRIQUETES

USE OF *Tectona grandis* RESIDUES APPLIED TO THE PRODUCTION OF BRIQUETTES

Paula Ayumi KONISHI¹; Lívia Lanzi ALÓ¹; Fábio Minoru YAMAJI²;
Cléo Carvalho OHANA³; Alexandre Monteiro de CARVALHO⁴

RESUMO - O aproveitamento de resíduos da indústria madeireira pode contribuir na utilização racional dos recursos florestais, sendo possível agregar valor a estes resíduos. Neste contexto, a briquetagem é uma forma eficaz de aproveitar os resíduos de biomassa para fins energéticos. O objetivo dessa pesquisa foi analisar o resíduo (casca) de *Tectona grandis* para a confecção de briquetes. As características físicas e mecânicas foram analisadas através de ensaios normatizados seguindo as etapas: a) moagem dos resíduos, b) peneiramento (40-60 mesh), c) ajuste de umidade (12%), d) briquetagem, e) análises laboratoriais. Os briquetes tiveram suas propriedades analisadas através de ensaios de determinação do teor de extrativos solúveis em água, determinação do teor de cinzas e resistência à tração por compressão diametral. Os ensaios mecânicos demonstraram que os briquetes feitos de casca romperam com uma carga média de 100 kgf. As análises químicas revelaram que no geral a *Tectona grandis* possui um teor de extrativos e de cinzas da casca de 7,82% e 18%, respectivamente.

Palavras-chave: compactação, bioenergia, teca, resistência mecânica.

ABSTRACT - The use of wood industry residues may contribute in the rational utilization of forest resources, and it's possible to add value to these residues. In this context, briquetting is an effective way to utilize the biomass residues for energy purposes. The objective of this research was to analyze the bark of *Tectona grandis* to produce briquettes. The physical and mechanical properties were analyzed using stand tests according to the steps: a) grinding the residues, b) screening (40-60 mesh), c) adjustment of humidity (12%), d) briquetting, e) laboratory tests. The briquettes had their properties analyzed through tests to determine the content of water soluble extractives, determination of ash content and compressive strength. The mechanical tests showed that the briquettes made of bark broke with an average load of 100 kgf. Chemical analysis revealed that overall the *Tectona grandis* has a content of extractives and ash was 7.82% and 18%, respectively.

Keywords: compactation, bioenergy, teca, mechanical resistance

¹ Graduandas em Engenharia Florestal na Universidade Federal de São Carlos, *Campus* Sorocaba, paulaakonishi@hotmail.com; livialanzi@yahoo.com.br

² Professor Doutor de Engenharia Florestal da Universidade Federal de São Carlos, *Campus* Sorocaba, fmyamaji@ufscar.br

³ Mestranda no curso de pós-graduação em Ciências Ambientais e Florestais da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, *Campus* Seropédica, cleohana@gmail.com

⁴ Professor Doutor do Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, *Campus* Seropédica, amcarvalho@ufrj.br

INTRODUÇÃO

A emergente preocupação envolvendo questões ambientais tem mobilizado diversos estudos com enfoque bioenergético propondo um uso racional da biomassa. Associado diretamente ao desenvolvimento da humanidade está o aumento do consumo de energia, algo que ressalta a importância da busca por novas fontes alternativas, renováveis e limpas, para a geração de energia.

Segundo Silva (2007), a biomassa é uma fonte alternativa e renovável de carbono, sendo base dos combustíveis fósseis e dos materiais carbonosos. Embora seja uma das formas mais antigas de combustível, a energia da biomassa é utilizada com baixa eficiência. Isso gera um desperdício de energia e de material, sendo um desafio conseguir utilizar de forma cada vez mais eficiente esse recurso natural.

Por outro lado, o Brasil é um dos maiores produtores de madeira e bens agrícolas do mundo. Em função da alta produtividade, grande quantidade de resíduos é gerada, necessitando de armazenamento e descarte, o que gera altos custos.

Das toras que vão para as serrarias, o percentual de aproveitamento é da ordem de 50%, ou seja, metade do volume de madeira que chega à serraria é transformada em resíduos. Isso gera um grande problema para as serrarias, pois o espaço exigido para estocar essa biomassa é muito grande. Essa biomassa pode ser utilizada como fonte de energia, mas devido ao alto teor de umidade (acima de 50%) não é um combustível de qualidade.

O aproveitamento de resíduos da indústria madeireira pode contribuir no que diz respeito à utilização racional dos recursos florestais. A partir desta idéia é possível agregar valor aos resíduos de madeira, transformando-os em novos materiais ecologicamente corretos e eficientes. Neste contexto, uma das soluções para esse problema é a utilização desses resíduos na forma de briquetes e pellets, sendo também uma maneira simples de produzir energia renovável e alternativa. A briquetagem é uma forma eficaz de aproveitar os resíduos de biomassa para fins energéticos.

Todo resíduo de origem vegetal pode ser compactado, transformando resíduos de baixíssima densidade em briquetes de qualidade, bastando atender às necessidades de granulometria e teor de umidade, exigidos pelo processo (SILVA, 2007). De acordo com Quirino (1991), Lucena et al. (2008), Silva et al. (2011) e Konishi et al. (2011) o teor de umidade ideal envolvido no processo de compactação é de 10 a 12%, dependendo da espécie e das características do material envolvido.

O briquete é um produto confeccionado a partir da aglomeração de resíduos orgânicos, sendo uma alternativa à lenha, é um processo que tem por objetivo melhorar as características energéticas dos resíduos vegetais (serragem, casca de arroz, bagaço, etc).

Para fins energéticos, a biomassa mais adequada é a de origem agrícola ou florestal: resíduos agrícolas, resíduos florestais, restos das indústrias madeireiras e culturas energéticas, entre outras matérias. Esses diversos resíduos podem ser usados na produção de briquetes, sendo fontes concentradas e comprimidas de material energético que pode ser queimado.

O briquete é um combustível sólido que pode substituir a lenha, o óleo combustível e outros. O mercado-alvo, isto é, a maior parte da demanda do briquete no Brasil, são as indústrias e agroindústrias para o uso em fornalhas e caldeiras. Outro mercado consumidor crescente é o das empresas de serviços alimentares (pizzarias, padarias entre outros) que vêm utilizando briquetes cada vez mais pela sua qualidade ambiental com reduzida produção de fumaça, fácil manuseio e estocagem ou cheiro para os alimentos ou ambientes (GENTIL, 2008).

A *Tectona grandis* é uma espécie arbórea de grande porte, de rápido crescimento, produtora de madeira nobre e é natural do Sudoeste Asiático. Possui tronco retilíneo, é fácil de cultivar, é pouco sujeita a pragas e doenças. Sua madeira nobre, com excelente qualidade é

valorizada pela beleza, resistência e durabilidade. Tem grande procura no mercado mundial, sendo utilizada na produção de móveis, esquadrias de alto padrão, embarcações e decoração. (MACEDO et al., 1999).

Para esta pesquisa optou-se pela utilização de resíduos do processamento da madeira de *Tectona grandis*, o qual é o terceiro maior plantio florestal do Brasil. O trabalho foi desenvolvido visando analisar o resíduo advindo da sua casca para a confecção de briquetes e a sua viabilidade de produção.

MATERIAL E MÉTODOS

O material utilizado no trabalho foi a casca de *Tectona grandis*, a qual passou pelos processos a seguir.

Moagem dos resíduos: a casca de *Tectona grandis* passou por um moinho Willey a fim de que ocorresse a sua trituração, obtendo-se um material com partículas menores.

Peneiramento: em seguida, o material foi submetido à separação granulométrica, através de um processo mecânico utilizando-se o classificador de partículas (Figura 1). Colocou-se 100 g no aparelho, sendo que cada peneiramento durava 3 minutos a fim de selecionar a porção retida nas peneiras de 40-60 mesh.



Figura 1 - Classificador de partículas, usado para a realização da separação granulométrica do material.

Ajuste de umidade: o resíduo foi conduzido à estufa à 100°C até adquirir peso constante. Então foi feita a correção do teor de umidade para 12%, utilizando uma balança determinadora de umidade (Figura 2), umedecendo o material e fazendo a sua homogeneização.



Figura 2 - Balança determinadora de umidade.

Briquetagem: Utilizou-se uma prensa hidráulica de pressão máxima de 15 toneladas, um molde de aço inox cilíndrico de 3,5 cm de diâmetro e 16 cm de altura, no qual foi adicionado 20g de casca de *Tectona grandis* com a granulometria e umidade adequada a fim de confeccionar cada briquete. O resíduo foi submetido a uma pressão de 12 toneladas fixas durante 30 segundos. Os briquetes foram mantidos em um dessecador para que a umidade atmosférica não interferisse nos resultados.

Análises laboratoriais: o ensaio de resistência à tração por compressão diametral foi realizado na máquina universal de ensaios EMIC® DL30000N 10 dias após a fabricação dos briquetes (Figura 3).



Figura 3 - Máquina universal de ensaios EMIC® DL30000N, utilizada a fim de realizar o ensaio de resistência à tração por compressão diametral.

A determinação do teor de cinzas foi feita utilizando como base a norma NBR 8112: as amostras de 1,1g do material isento de umidade e com a granulometria selecionada foram colocadas em um cadinho previamente seco a 700°C e aquecidas em bico de Bunsen para a realização da combustão na capela. Então as amostras foram levadas à mufla que estava a 700°C durante um período de 3 horas para que ocorresse a calcinação. O resfriamento ocorreu

no dessecador e o material foi pesado em uma balança de precisão. Para o cálculo do teor de cinzas utilizou-se a Equação 1:

$$\text{Cinzas(\%)} = \left(\frac{m_2 - m_1}{m} \right) \cdot 100 \quad (1)$$

Em que:

m_2 : massa do cadinho mais o resíduo após mufla (g);

m_1 : massa do cadinho (g);

m : massa da amostra isenta de umidade (g).

Ensaio de determinação do teor de extrativos solúveis em água: foi determinado pela norma TAPPI T212om/98. Em um béquer com 500 ml de água destilada foi adicionada uma amostra de 3 g do material sendo o sistema submetido à agitação mecânica a $70 \pm 5^\circ\text{C}$ por 1h. Foram empregadas placa agitadora-aquecedora e barra magnética. Após este período de extração, as amostras foram filtradas em funil simples com papel de filtro e posteriormente levada à estufa a $105 \pm 5^\circ\text{C}$ por um período de 4h. Seguiu-se o posterior resfriamento em dessecador com sílica gel e finalmente a amostra foi pesada em balança analítica. O teor de extrativos foi calculado pela diferença entre a massa da amostra inicial e a massa da amostra das fibras secas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os ensaios mecânicos realizados com briquetes de casca de Teca na máquina universal de ensaios EMIC® DL30000N apontaram que estes suportaram carga máxima antes do rompimento de 100 kgf em média. O valor encontrado é maior do que Konishi et al. (2011) obtiveram para serragem de *Pinus* sp. com 12% de umidade, onde os briquetes suportaram uma carga de 42,75 kgf. Em outro estudo, Wanderley et al. (2011) trabalharam com serragem de *Eucalyptus* sp. com 12% de umidade e os briquetes produzidos apresentaram uma resistência à compressão diametral de 85,07 kgf. Os resultados dos ensaios mecânicos obtidos nesse estudo mostraram que os briquetes de casca de Teca tem uma resistência mecânica maior que os briquetes de serragem de pinus e serragem de eucalipto, que são os materiais mais comuns na produção de briquetes. Isso mostra que a escolha da matéria-prima influencia as propriedades mecânicas e interfere na qualidade final do produto. A resistência mecânica dos briquetes é útil para a elaboração de um plano de transporte, de estocagem e empilhamento dos briquetes.

As análises químicas revelaram que a casca de *Tectona grandis* possui um teor de cinzas de 18% e de extrativos de 7,82%. As cinzas são compostas de escórias incombustíveis sendo assim indesejadas em processos de queima em caldeiras industriais, uma vez que geram maior manutenção para a remoção do excesso de cinzas. De acordo com Brand et al. (s/ data), os valores de teor de cinzas encontrados para a casca de *Eucalyptus* sp. foi de 3,90% e para casca de *Pinus* sp. foi de 0,88%, já no estudo realizado por Aló et al. (2011) o valor do teor de cinzas foi de 0,62% para a serragem de *Pinus* sp. e para o pó de lixa foi de 3,07%. Portanto, o valor de 18% de teor de cinzas da casca de *Tectona grandis* é considerado muito alto, tanto se comparado com as outras espécies, como também em relação à exigência da norma européia, onde o teor de cinzas deve ser menor que 1%.

A presença de extrativos é positiva, pois esta característica está diretamente relacionada com a capacidade de poder calorífico da madeira que é mais alto quanto maior o teor de lignina e extrativos.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, pode-se inferir:

- O uso da casca de Teca para a geração de bioenergia pode ser uma alternativa para esse tipo de resíduo.

- A resistência mecânica dos briquetes produzidos com a casca de Teca foi maior que a resistência apresentada pelos briquetes de serragem de pinus e serragem de eucalipto, isso mostra que a casca de *Tectona grandis* tem grande potencial para ser utilizado na produção de briquetes.

- O teor de cinzas da casca de teca (18%) pode ser considerado alto quando comparado com as exigências das normas européias (1%). Esse é um fator negativo e pode ser um impedimento para exportação para o mercado europeu.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Pesquisas – CNPq, pelo financiamento dos equipamentos (Projeto Universal – Edital MCP CNPq 015/2007) e pelas bolsas concedidas.

REFERÊNCIAS

ALÓ, L. L. et al. **Caracterização de blendas em diferentes porcentagens de *Pinus sp.* e pó de lixa para a produção de biocombustível sólido.** In: 6º Congresso Internacional de Bionergia, 2011, Curitiba.

BRAND, A. M.; COSTA, V. J. da; DURIGON, A.; AMORIN, M. Determinação das propriedades energéticas de resíduos de madeira em diferentes períodos de armazenamento. Sem data.

GENTIL, L. V. B. **Tecnologia e Economia do briquete de madeira.** Tese de Doutorado em Engenharia Florestal, Publicação EFL TD – 009/2008. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília-DF, 195 p., 2008.

KONISHI, P. A. **Influência do teor de umidade na confecção de briquetes de serragem de *Pinus sp.*** In: XIX Congresso de Iniciação Científica da UFSCar, 2011, São Carlos.

LUCENA, D. A.; MEDEIROS, R. D. DE; FONSECA, U. T.; ASSIS, P. S. Aglomeração de moinha de carvão em alto-forno e geração de energia. **Tecnologia em Metalúrgica e Materiais**, São Paulo, v. 4, n. 4, p.1-6, 2008

MACEDO, R. L. G.; BOTELHO, S. A.; SCOLFORO, J. R. **Considerações preliminares sobre o estabelecimento da *Tectona grandis* L.f. (TECA), introduzida na região noroeste do Estado de Minas Gerais.** In: Simpósio Internacional sobre ecossistemas florestais, Curitiba, 1999.

QUIRINO, W. F. Briquetagem de Resíduos Ligno-Celulósicos. **CIRCULAR TÉCNICA DO LPF**, v. 1, n. 2, p. 69-80, 1991.

SILVA, C. A. da. **Estudo técnico-econômico da compactação de resíduos madeireiros para fins energéticos.** Dissertação (Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas, 2007.

SILVA, D. A. et al. **Análise de diferentes teores de umidade na compactação de resíduos de *Pinus***. In: 6º Congresso Internacional de Bionergia, 2011, Curitiba.

WANDERLEY, C. W. C. et al. **Análise da influência do teor de umidade na produção de briquetes de *Eucalyptus* sp.** In: XIX Congresso de Iniciação Científica da UFSCar, 2011, São Carlos.