



III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

USO POTENCIAL DA CASCA DE COCO VERDE PARA PRODUÇÃO DE BRIQUETES

Daniela Leticia Nones¹
Martha Andreia Martha Brand²
Elaine Andrade³
Juliana de Oliveira³
Sabrina Andrade Martins²

¹ Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) - Departamento de Engenharia Florestal

² Universidade do Estado de Santa Catarina

³ SOLUMAD

USO POTENCIAL DA CASCA DE COCO VERDE PARA PRODUÇÃO DE BRIQUETES

Resumo: O Brasil é grande produtor de coco verde e os resíduos desta cultura podem gerar grandes problemas ambientais quando mal manejados. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o uso potencial da casca de coco verde no processo de briquetagem, através da avaliação dos parâmetros físicos, energéticos e mecânicos. Foram utilizados três materiais diferentes: coco verde *in natura*, coco verde estocado e fibra de coco estocada. Após a briquetagem em laboratório, as seguintes propriedades foram determinadas: teor de umidade na base úmida, densidade aparente, poder calorífico superior, teor de cinzas e resistência à tração por compressão. O teor de umidade final dos briquetes, média de 10,21%, foi compatível com o uso para geração de energia. Os briquetes confeccionados a partir de coco verde *in natura* e coco verde estocado apresentaram os menores valores para teor de cinzas (2,51% e 2,68%, respectivamente) e, conseqüentemente, maiores valores para poder calorífico superior (5093 Kcal/Kg e 4718 kcal/Kg, respectivamente). O maior valor de resistência à tração por compressão foi obtido para o material de coco verde estocado (5,105 MPa). Como conclusão, pode-se afirmar que a produção de briquetes a partir de resíduos de casca de coco verde é tecnicamente viável.

Palavras-chave: densificação, aproveitamento de resíduos, energia de biomassa.

POTENCIAL USE OF GREEN COCONUT BARK FOR BRIQUETTES PRODUCTION

Abstract: Brazil is a large producer of green coconut and the residues of this crop can generate great environmental problems when poorly managed. In this way, the objective of this work was to evaluate the potential use of the green coconut bark for briquettes production, through the evaluation of the physical, energy and mechanical parameters. Three different materials were used: fresh green coconut, stored green coconut and stored coconut fiber. After the briquettes production in the laboratory, the following properties were determined: moisture content in the wet basis, bulk density, high calorific value, ash content and compressive strength. The final moisture content of the briquettes, mean of 10.21%, was compatible with the use for energy generation. The briquettes made from fresh green coconut and stored green coconut had the lowest values for ash content (2.51% and 2.68%, respectively) and, consequently, higher values for higher calorific value (5093 Kcal/kg and 4718 kcal/kg, respectively). The highest value of compressive strength was obtained for the stored green coconut material (5.105 MPa). In conclusion, it can be stated that the production of briquettes from green coconut bark residues is technically viable.

Keywords: densification, waste management, biomass energy.

1. INTRODUÇÃO

O coqueiro ou coco-da-baía (*Cocos nucifera* L.) pertence à família Palmae, uma das mais importantes da classe Monocotyledoneae. Seu fruto é, botanicamente, uma drupa, formada por uma epiderme lisa ou epicarpo, que envolve o mesocarpo espesso e fibroso. No interior do fruto há uma camada fina, muito dura, marrom, denominada endocarpo. Abaixo do endocarpo, recobrando o albúmen sólido (castanha), encontra-se uma membrana de coloração marrom, chamada tegumento. O albúmen sólido é uma camada carnosa, branca, muito oleosa, que forma uma grande cavidade onde se encontra a água de coco, que é o albúmen líquido (Vale et al., 2004).

O Brasil gera uma quantidade substancial de resíduos agrícolas lignocelulósicos (Bergmann et al, 2013), que inclui biomassa de coco. De acordo com dados da Produção Agrícola Municipal – PAM, em 2015, o Brasil produziu 1.958.663 toneladas de coco-da-baía, ocupando uma área de 253.383 hectares de área plantada (IBGE, 2017).

No entanto, a produção de coco é um importante contribuinte para os problemas de poluição ambiental, principalmente nos locais de consumo, visto que 80 a 85% do peso

bruto do coco é tratado como resíduo (Rosa et al, 2001). Levando em consideração a produção do ano de 2015 mencionada anteriormente, a quantidade de resíduos seria em torno de 1,6 milhões de toneladas.

A casca do coco verde, assim como a do coco maduro, é constituída por uma fração de fibras e outra de pó. As fibras de coco são materiais lignocelulósicos obtidos do mesocarpo de cocos e caracterizam-se pela sua dureza e durabilidade atribuída ao alto teor de lignina, quando comparadas com outras fibras naturais (Silva et al., 2006).

O uso da casca de coco torna-se atraente devido às suas elevadas proporções de estruturas poliméricas bem definidas de celulose (35 a 47%), hemicelulose (15 a 28%) e lignina (16 - 45%); suas baixas quantidades de cinzas (2,7 a 10%); e, dependendo da variedade de coco, o seu elevado teor de extrativos, variando de 3,4 a 30% (Pollard et al, 1992; van Dam, et al, 2006; Bilba et al, 2007; Brígida et al, 2010; e Vaithanomsat et al, 2011).

Levando em consideração estas características, a briquetagem da casca de coco verde torna-se uma oportunidade de aproveitamento deste resíduo. De acordo com Dias et al (2012), a briquetagem de resíduos agrícolas e agroindustriais consiste na compactação desses resíduos, de modo a obter produtos com maior densidade (em kg/m³) e densidade energética (em kcal/m³) superiores às dos resíduos originais. Durante o processo de briquetagem são geradas mecanicamente pressões elevadas (200 MPa), que provocam um incremento térmico da ordem de 100 a 150°C. Esta temperatura provoca o amolecimento da lignina, que atua como elemento aglomerante das partículas de madeira, não sendo necessária a adição de produtos aglomerantes, como resinas ou ceras (LIPPEL, 2017).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o uso potencial da casca de coco verde no processo de briquetagem, através da avaliação dos parâmetros físicos, energéticos e mecânicos dos briquetes produzidos em escala laboratorial.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletados três tipos de material: coco verde in natura, coco verde estocado e fibra de coco verde estocada. O coco verde in natura foi adquirido no comércio local de Lages/SC. Após, foi retirado seu conteúdo líquido e cortado em pedaços menores. O coco verde estocado e a fibra de coco verde estocada foram coletados em Guarapari/ES (Figura 1). A diferença entre os dois é que o primeiro foi estocado apenas cortado ao meio e o segundo material já havia sido transformado em fibras (triturado). De acordo com as informações obtidas no local de coleta, o tempo de estocagem era de aproximadamente 30 dias.



Figura 1. Coco verde estocado (esq.) e fibra de coco verde estocada (dir.) coletados em Guarapari/ES.

Para chegar à granulometria (tamanho) ideal para as análises, os resíduos de coco verde in natura e coco verde estocado foram picados, secos em estufa e posteriormente moídos em moinho de martelo. A fibra de coco estocada foi apenas moída em moinho de

martelo. Dessa forma, todos os resíduos ficaram com granulometria baixa, com aspecto de pó de coco verde misturado com algumas fibras curtas.

A partir do material já processado, foram confeccionados briquetes em briquetadeira piloto tipo pistão hidráulico, à temperatura constante de 80°C, durante 12 minutos. Nos primeiros 10 minutos, a pressão utilizada foi de 50 bar e nos últimos dois minutos a pressão foi de 90 bar.

Após a confecção dos briquetes, determinou-se o teor de umidade na base úmida (com auxílio de balança determinadora de umidade), densidade aparente (dividindo a massa pelo volume de cada briquete), poder calorífico superior através da DIN 51900 (DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG, 2000), teor de cinzas através da NBR 2144 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001) e resistência à tração por compressão através da NBR 7222 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2011).

Após a obtenção dos dados, aplicou-se o teste de médias de Scott-Knott, utilizando o programa Sisvar, com intervalo de confiança de 95%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a briquetagem realizada em laboratório, verificou-se que a produção de briquetes com resíduos de coco verde é viável tecnicamente. A casca de coco verde possui de 37 a 44 % de lignina em sua composição (CORRADINI et al., 2009). Durante o processo de briquetagem, a lignina atua como um agente de ligação em função da transição vítrea. Dessa forma, ao entrar em contato com pressão e temperatura elevada, a lignina amolece realizando a colagem das partículas e quando a pressão é retirada e o material esfria, a lignina volta a enrijecer, conferindo rigidez e impermeabilidade ao briquete.

Na figura 2, pode-se observar o aspecto final dos briquetes confeccionados a partir dos três materiais analisados.

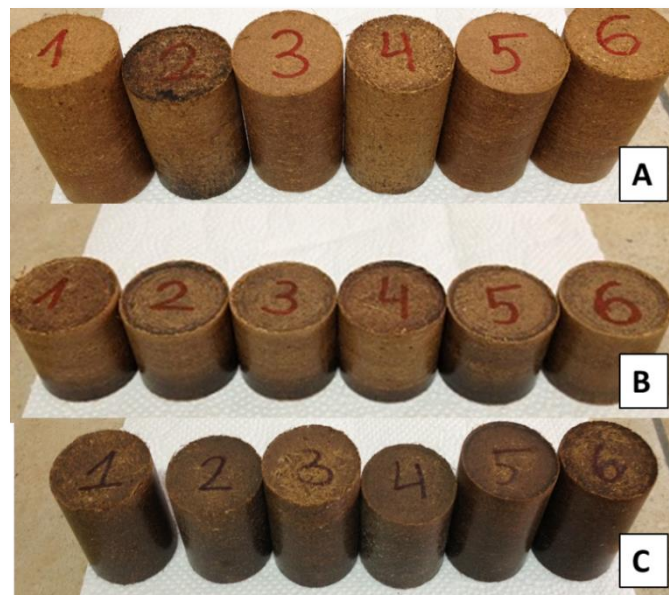


Figura 4. Aspecto dos briquetes confeccionados a partir de coco verde *in natura* (A), coco verde estocado (B) e fibra de coco verde estocada (C).

A Tabela 1 mostra os resultados obtidos através das análises dos briquetes produzidos a partir dos três diferentes tipos de material coletados.

Tabela 1. Propriedades físicas, energéticas e mecânicas dos briquetes produzidos.

Material	TU (%)	TC (%)	DA (g/cm ³)	PCS (Kcal/Kg)	Carga (MPa)
Coco verde <i>in natura</i>	10,70 b	2,51 b	0,897 b	5093 a	1,331 b
Coco verde estocado	12,18 a	2,68 b	0,966 b	4718 b	5,105 a
Fibra de coco estocada	7,74 c	30,94 a	1,181 a	2985 c	4,354 a
Média	10,21	11,17	1,011	4265	3,596
CV (%)	2,39	15,10	5,58	0,48	19,25

Onde: TU – teor de umidade em porcentagem; TC – teor de cinzas em porcentagem; PCS – poder calorífico superior em Kcal/Kg; DA – densidade aparente em g/cm³; Carga – carga máxima da resistência à tração por compressão em MPa; CV – coeficiente de variação em %. Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna não diferem significativamente ao nível de 5% de erro no teste de médias de Scott-Knott.

O teor de umidade final médio dos briquetes confeccionados foi de 10,2%, o que é considerado ideal para a utilização dos briquetes para geração de energia. Estatisticamente, todos os valores foram considerados diferentes entre si, sendo o maior valor para o coco verde estocado e o menor valor para a fibra de coco estocada.

O teor de cinzas dos briquetes de coco verde *in natura* e coco verde estocado foram estatisticamente iguais e são considerados adequados para o uso na geração de energia. Já o teor de cinzas do briquete de fibra de coco verde estocada (30,94%) é considerado elevado, não sendo indicado para a geração de energia em função da alta quantidade de resíduos após a queima. Esse teor de cinzas elevado pode estar associado a alguma contaminação durante o período de estocagem, visto que na hora da coleta o material estava em contato direto com o solo.

A densidade aparente média foi de 1,011 g/cm³. Os valores de coco verde *in natura* e coco verde estocado foram considerados estatisticamente iguais. De acordo com Fehlauer et al. (2015), briquetes produzidos de resíduos de madeira a uma temperatura de 120 °C, obtiveram resultados de densidade aparente de 0,908 g/cm³ e segundo Freitas et al. (2016), briquetes produzidos a partir de resíduos de madeira laminada de paricá obtiveram uma densidade aparente média de 1,098 g/cm³. Os resultados obtidos para este estudo com coco verde são compatíveis com os encontrados na literatura.

Em relação ao poder calorífico superior todos os valores encontrados foram diferentes entre si estatisticamente. Os maiores valores foram encontrados para coco verde *in natura* e para coco verde estocado e o menor valor observado foi para a fibra de coco verde estocada. Furtado et al. (2010), ao analisarem diferentes materiais (casca, cavaco e serragem) provenientes de *Pinus* sp., obtiveram uma média para o poder calorífico superior de 4673 Kcal/Kg, sendo inferior aos valores encontrados para o coco verde *in natura* e estocado.

O poder calorífico superior sofre influência do teor de cinzas. De acordo com Furtado et al. (2010), o teor de cinzas representa a fração inerte da amostra, a qual é incombustível. Quando este apresenta valores elevados, reduz-se o poder calorífico superior, que possui relação direta com a composição química da matéria-prima queimada. Este fato pode ser notado para o material de fibra de coco estocada, onde o teor de cinzas foi elevado, reduzindo o poder calorífico superior.

Em relação à resistência a tração por compressão, a média obtida foi de 3,596 MPa e estatisticamente todos os valores foram considerados diferentes entre si. Segundo Freitas et al. (2016), a maior resistência à compressão apresenta vantagens como a redução de danos nos briquetes durante as etapas de transporte e armazenamento, ou ainda durante o uso energético, reduzindo sua fragmentação. Brand et al. (2017), analisando esta variável para briquetes produzidos a partir de resíduos de arroz, obtiveram valores de 2,37 MPa para casca e de 2,89 MPa para palha.

4. CONCLUSÕES

- A produção de briquetes a partir de resíduos de casca de coco verde é tecnicamente viável;
- O teor de umidade final dos briquetes é compatível com o seu uso para geração de energia;
- Os briquetes confeccionados a partir de coco verde *in natura* e coco verde estocado apresentaram os menores valores para teor de cinzas e, conseqüentemente, maiores valores para poder calorífico superior;
- O maior valor de resistência à tração por compressão foi obtido para o material de coco verde estocado;
- Indica-se que para a briquetagem dos resíduos de coco verde em escala industrial é necessário um equipamento que opere de média para altas pressões, caso contrário, o material não será compactado;
- Além disso, é imprescindível uma etapa de peneiramento do material para o controle da granulometria antes da briquetagem, permitindo uma maior homogeneidade tanto na densidade aparente como na resistência a tração por compressão.

5. AGRADECIMENTOS

A equipe de trabalho agradece à empresa Samarco Mineração S.A. e à SOLUMAD – Soluções e Inovações em Tecnologia de Madeiras pelo apoio nas pesquisas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 2144. Papel, cartão e pastas celulósicas - Determinação do resíduo (cinza) da incineração a 900 °C Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 7222. Concreto e argamassa — Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos, 2011.

BERGMANN, J. C. et al. Biodiesel production in Brazil and alternative biomass feedstocks. RENEWABLE AND SUSTAINABLE ENERGY REVIEWS, 21, p. 411-420, 2013.

BILBA, K. et al. Study of banana and coconut fibers: Botanical composition, thermal degradation and textural observations. BIORESOURCE TECHNOLOGY, 98(1), p. 58-68, 2007.

BRAND, M. A. et al. Production of briquettes as a tool to optimize the use of waste from rice cultivation and industrial processing. RENEWABLE ENERGY, v. 111, p. 116-123, 2017.

BRÍGIDA, A. I. S. et al. Effect of chemical treatments on properties of green coconut fiber. CARBOHYDRATE POLYMERS, 79(4), p. 832-838, 2010.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG. DIN 51900: Determining the gross calorific value of solid and liquid fuels using the bomb calorimeter, and calculation of net calorific value. Berlin, 2000.

FEHLAUER, T. K., et al. Propriedades físico-mecânicas de briquetes produzidos a partir de diferentes compostos, sob diferentes temperaturas. ANAIS DO ENIC, 6, 2015.

FREITAS, A. J. et al. Efeito da pressão e do tempo de compactação nas propriedades de briquetes de resíduos madeireiros de paricá. NATIVA, v. 4 n. 6, p. 380-385, 2016.
IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agrícola municipal ano base 2015. Disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>. Acesso em 05/06/2017.

LIPPEL. Transformando resíduos de biomassa em briquetes e pellets. Disponível em <http://www.lippel.com.br/br/briquetagem-e-paletizacao.html>. Acesso em 04/06/2017.

POLLARD, S. J. T. et al. Adsorventes de baixo custo para o tratamento de resíduos e águas residuais: uma avaliação. CIÊNCIA DO AMBIENTE TOTAL, 116 (1), p. 31-52, 1992.

ROSA, M. D. F. et al. Caracterização do pó da casca de coco verde usado como substrato agrícola. EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL. Comunicado Técnico, 2001.

SILVA, R. V. et al. Fracture toughness of natural fibers/castor oil polyurethane composites. COMPOSITES SCIENCE TECHNOLOGY, Barking, v.66, n.10, p.1328-1335, 2006.

VAITHANOMSAT, P. et al. O potencial de utilização da casca de coco para a produção de bioetanol. KASETSART J, 45, p. 159-164, 2011.

VALE, A. T. et al. *Caracterização da biomassa e do carvão vegetal do coco-da-baía (cocos nucifera) para uso energético*. BIOMASSA E ENERGIA, v.1, n.4, p. 365-370, 2004.

VAN DAM, J. E. et al. Process for production of high density/high performance binderless boards from whole coconut husk: Part 2: Coconut husk morphology, composition and properties. INDUSTRIAL CROPS AND PRODUCTS, 24(2), p. 96-104, 2006.