



INFLUENCIA DE LA DENSIDAD EN LA BRIQUETA DE ESPECIES COMERCIALES

INFLUENCE OF DENSITY ON BRIQUETTING OF COMMERCIAL SPECIES

Myla 1 MedeirosFortes 1^{1*}, Ailton 2 Teixeira do Vale², Karine 3 Meira de Abreu 3³ Adrianna
4 Amorim de Sousa Pinto 4⁴ Macksuel 5 Fernandes da Silva 5⁵ Carlos 6 Roberto Sette Junior⁶

⁽¹⁾Universidad de Brasilia. Brasilia, Brasil

⁽²⁾Facultad de Ingenieríaforestal. Universidad de Brasilia. Brasilia, Brasil

⁽³⁾Facultad de Ciencias Agrarias. Instituto Federal de Rio verde. Rio verde, Brasil

⁽⁴⁾Facultad de Ingenieríaforestal. Universidad de Brasilia. Brasilia, Brasil

⁽⁵⁾Facultad de Ingenieríaforestal. Universidad federal de Goiás. Goiânia, Brasil

⁽⁶⁾Facultad de Ingenieríaforestal. Universidad de Brasilia. Brasilia, Brasil

*Contacto: [Myla Medeiros Fortes: medeirosmyla@gmail.com](mailto:medeirosmyla@gmail.com)

CÓDIGO: 4620063

Resumen

El proceso de briquetas surgió en 1848 a partir de un método patentado que convirtió el carbón pequeño en bultos sólidos por medio de presión y que hoy se utiliza para el aprovechamiento de los desechos generados en la industria agroforestal. El briquetaje consiste en la compactación con o sin aglutinante y objetivo la concentración de energía por unidad de volumen, la homogeneización con la consecuente facilitación en las operaciones de manipulación de combustible. El objetivo de este trabajo era evaluar el efecto de la densidad a granel de la materia prima sobre la aparente densidad sólida de las briquetas. Los residuos presentaban un contenido medio de humedad sobre una base seca del 12% y granulometría entre 20 y 40 de malla. Cinco briquetas fueron producidas por el tratamiento (especie) de 40 gramos en una máquina de briquetaje de laboratorio con una temperatura de 120 °C (+ o -5 °C), presión de 140 kgf.cm⁻², tiempo de compactación de 5 minutos y enfriamiento de 15 minutos con ventilación forzada. Los residuos de *Dinizia excelsa* Ducke, *Eucaliptus grandis* y *Pinus elliotii* mostraron una densidad aparente de 422 kg.m³, 346 kg.m³ y 267 kg.m³, respectivamente. Las briquetas de *Dinizia excelsa* Ducke, *Eucaliptus grandis* y *Pinus elliotii* mostraron una densidad aparente sólida de 1,216 kg.m³, 1,192 kg.m³ y 1,187 kg.m³, respectivamente. Con un 5% de probabilidad, la briqueta de *Dinizia excelsa* presentaba una mejor calidad que la densidad sólida, lo que refleja la cantidad de energía acumulada en la briqueta.

Palabras-clave: Briqueta, densidad, utilización de residuos.

Abstract

The briquetting process arose in 1848 from a patented method that converted small coal in solid lumps by means of pressure and that today is used for the harnessing of waste generated in agro forestry industry. The briquetting consists of the compaction with or without binder and objective the concentration of energy per unit of volume, the homogenization with consequent facilitation in the operations of fuel handling. The objective of this work was to evaluate the effect of bulk density of raw material on the apparent solid density of briquettes. The residues presented average moisture content on a dry basis of 12% and granulometry between 20 and 40 mesh. Five briquettes were produced by treatment (species) from 40 grams in a laboratory briquetting machine with a temperature of 120 °C (+ or -5 °C), pressure of 140 kgf.cm⁻², compaction time of 5 minutes and cooling of 15 minutes with forced ventilation. The residues of *Dinizia excelsa* Ducke, *Eucaliptus grandis* and *Pinus elliotii* showed bulk density of 422 kg.m³, 346 kg.m³ and 267 kg.m³, respectively. The briquettes of *Dinizia excelsa* Ducke, *Eucaliptus grandis* and *Pinus elliotii* showed solid apparent density of 1.216 kg.m³, 1.192 kg.m³ and 1.187 kg.m³, respectively. At 5% probability, the briquette of *Dinizia excelsa* presented with better quality than solid density, which reflects the amount of energy accumulated in the briquette.



4º CONGRESO
LATINOAMERICANO
DE ESTRUCTURAS
DE MADERAS

Keywords: briquette, density, use of waste.



1. INTRODUCCIÓN

En Brasil, el área de biomasa de plantaciones forestales corresponde a 7.840.000 hectáreas, de los cuales 5,7 millones son de los géneros *Eucalyptus* y *Pinus* 1,6 millones, que se utilizan en la pulpa y papel, paneles reconstituidos y madera contrachapada, madera aserrada y carbón vegetal (Ibá, 2017). Por otro lado es el uso común de las especies nativas de la Amazonía como el *Dinizia excelsa* Ducke, en la industria de la construcción, industria del mueble y paneles decorativos (Embrapa, 2004), con grandes volúmenes de residuos en el proceso (Pereira Júnior, 2001).

Estos residuos pueden utilizarse como fuente de energía y utilizan en la producción de biocombustibles sólidos tal como se hace en el proceso de compresión. El proceso de compresión es una eficiente forma de concentración de energía de la biomasa, de la densificación de residuos de la biomasa en briquetas que es una forma definida y con mayor valor comercial (Quirino, 1991).

Las briquetas son biocombustibles generados bajo densificados presión y control de temperatura (Silva, 2007) de residuos heterogéneos, a través del proceso de molienda, secado (Quirino, 2007). Que sin la eliminación adecuada puede contaminar el medio ambiente por deposición en lugares inapropiados, siendo esta una alternativa ambientalmente favorable a la utilización de los residuos.

La densificación aumentar densidad, reducir el contenido de humedad, reduce al mínimo la variedad de formas y tamaño de las partículas de residuos lignocelulósicos (Quirino, 2003). Los factores que influyen en la producción y calidad de briquetas son densidad, humedad y el tamaño de los residuos (Filippetto, 2008; Rodrigues, 2010). Así, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la densidad aparente de la materia prima sobre la densidad aparente de briquetas.

2. METODOLOGÍA

2.1. Caracterización de biomasa

Caracterización de la biomasa se realizó utilizando residuos de madera de tres especies comerciales, *Eucalyptus grandis*, *Pinus elliottii*, *Dinizia excelsa* Ducke y fueron recogidos en las plantaciones en el distrito federal y en los aserraderos en el estado de Goiás- Brasil. Los residuos fue clasificado en cuanto a tamaño de partícula a través del tamiz de Agitador orbital con huelgas intermitentes. Humedad de la muestra se determinó sobre una base seca, por método gravimétrico, basado en Vital (1982). La densidad aparente se determinó según el NBR 6922/1981 (Abnt, 1981) de la relación entre la masa de la biomasa y el volumen conocido de un contenedor.

2.2. Producción y análisis de briquetas

Con los residuos clasificado granulométricamente y con la humedad enladrillado determinado y regulado, con 40 gramos, en un briquetadeira de laboratorio con el



siguiente protocolo, definido en las pruebas preliminares: 140kgf.cm⁻², temperatura de 120 ° C, tiempo de 5 minutos y la compresión de 15 minutos de enfriamiento con ventilación, por un total de cinco briquetas para tratamiento (clase) forzada.

La densidad aparente de briquetas se obtuvo por el método estereométrico, usando los datos de volumen y la masa de cada briketa.

2.3. Análisis estadístico

El diseño experimental fue completamente al azar con tres tratamientos (especies) y cinco repeticiones y los resultados de las pruebas fueron sometidos a análisis de varianza (ANOVA) la probabilidad de 5% y, cuando se trataba de diferencias significativas entre medio, compararon por prueba Tukey.

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados medios de las características de los residuos y briquetas de *E. grandis*, *P. Elliotti* y *D. Excelsa* Duke se presentan en la tabla 1. Los residuos presentaban un contenido medio de humedad en la base seca del 12% y granulometría entre 20 y 40 de malla. La densidad aparente de los residuos fue influenciada por el material genético, con valores medios de 422 kg. m⁻³, 346 kg. m⁻³ y 267 kg. m⁻³ para *Dinizia excelsa* Ducke, *Eucaliptus grandis* y *Pinus elliotii* respectivamente, evidenciando que el *Dinizia excelsa*, con valores más altos que los encontrados por Ferreira (2017) en el valor 268,43 kg. m⁻³, probablemente influenciado por la granulometría del residuo. Esta característica fundamental es medir el volumen de objetos con forma irregular, que proporciona información útil para la logística y el transporte de los mismos, de forma que se estiman los espacios vacíos entre una partícula y proporcionan datos reales desde los volúmenes hasta el transporte (Garcia et al. 2013).

La densidad aparente de las briquetas influyó en el material genético, con valores medios de 1.216 kg. m⁻³, 1.192 kg. m⁻³ y 1.187 kg. m⁻³ para *Dinizia excelsa* Ducke, *Eucaliptus grandis* y *Pinus elliotii* respectivamente. Con una probabilidad del 5%, la briketa de *Dinizia excelsa* presentaba una mejor calidad y densidad sólida, lo que desató que las características de los residuos influyen en la producción y calidad de las briquetas (Filippetto, 2008; Rodrigues, 2010). El valor similar de *Dinizia excelsa* Ducke (1.140 kg. m³), fue observado por Costa Júnior (2017).

Definidos los parámetros del proceso de densificación (presión, temperatura, enfriamiento) los variables que influirán en la calidad del material son las características del residuo utilizado. El residuo de *Dinizia excelsa* permitió la producción de una briketa de mejor calidad, así como una densidad sólida aparente. El aumento de la densidad de las briquetas representa una disminución en el volumen de biomasa residuales, proporcionando una mayor concentración de masa en el mismo espacio (Silva et al., 2015) y por lo tanto una mayor concentración de energía.

Tabla 1. Comparación entre los medios de las propiedades físicas de los residuos y las briquetas de *E. grandis*, *P. elliotii* y *D. Excelsa* Duke.

Especies	DA (kg.m ³) residuos	DA (Kg.m ³) briketa
----------	-------------------------------------	------------------------------------



<i>E. grandis</i>	346 b	1.192 b
<i>P. elliotti</i>	267 c	1.187 b
<i>D. excelsea</i>	422 a	1.216 a

Obs: Promedios seguidos de la misma letra en la columna, no difieren entre sí por la prueba de Tukey ($p > 0.05$). DA: Densidad aparente.

4. CONCLUSIONES

Los resultados mostraron la eficacia del proceso de fabricación de briquetas de residuos lignocelulósicos de la transformación de las especies forestales. Entre los residuos lignocelulósicos analizados, que presentaron mayor densidad y por lo tanto mayor capacidad concentración sólida de energía por unidad volumen fue *Dinizia excelsa* Duke.

AGRADECIMIENTOS

La Universidad de Brasilia y en el laboratorio de calidad bio-energía y la madera de la Universidad Federal de Goiás

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR 6922. (1981). Carvão vegetal - ensaios físicos - determinação da massa específica – (densidade a granel). Rio de Janeiro.

Costa Júnior, D. S.DA; Souza, E. C. ;Silva, S. I. DE. S. ;Interaminense, P. P. B. ; Pimenta, A. S. (2017). Caracterização física de briquetes produzidos a partir de resíduos de bambu (*Bambusavulgaris*) e serragem de angelim vermelho (*Dinizia excelsa* Ducke). II Congresso Internacional das Ciências.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2004). Angelim Vermelho *DiniziaExcelsa*. Espécies arbóreas da Amazônia. Belém, 6p.

Ferreira, G. (2017). Viabilidade técnica da produção de pellets de resíduos de madeira das espécies *Dinizia excelsa* Ducke e *Manilkaraelata* (AllemãoexMiq.) Monach. para fins energéticos. Dissertação, Departamento de CiênciasFlorestais, Universidade Federal de do Espírito Santo. 54 p

Filippetto, D. (2008). Briquetagem de resíduos vegetais: viabilidade técnico-econômica e potencial de mercado. Dissertação, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica. 74p.

Garcia, D. P.; Caraschi, J. C.; Ventorim, G. (2013). Caracterização energética de pellets de madeira. Revista da Madeira, v. 135, p. 14-18.



Pereira Júnior, V. B. (2001). Alternativas para a cogeração de energia de uma indústria de chapas de fibra de madeira. *Energia na Agricultura*, 17, 34.

Quirino, W. F. (1991). Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

Quirino, W. F. (2003). Utilização energética de resíduos vegetais. Brasília: LPF/IBAMA. 14p.

Quirino, W. F. (2007). Densificação de resíduos da biomassa. In: Workshop - Madeira Energética: Principais questões envolvidas na organização e no aperfeiçoamento do uso energético da lenha, Rio de Janeiro, Brasil.

Rodrigues, V. A. J. (2010). Valorização energética de lodo biológico da indústria de polpa celulósica através da briquetagem. Dissertação, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Viçosa. 117p.

Silva, C. A. (2007). Estudo técnico-econômico da compactação de resíduos madeiros para fins energéticos. Dissertação, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas.. 68p.

Silva, D.A.; Yamaji, F.M.; Barro, J.L.; Roz, A.L.; Nakashima, G.T. (2015). Caracterização de biomassas para a briquetagem. *Revista Floresta*, Curitiba, PR, v. 45, n. 4, p. 713 – 722..