

CARACTERIZAÇÃO ENERGÉTICA DE BAMBU (*GUADUA MAGNA*)

Arruda, L. M¹; Quirino, W. F².

¹Graduanda de Eng^o Florestal pela Universidade de Brasília – Estagiaria do LPF - Serviço Florestal Brasileiro (calliandra.sp@gmail.com);

²Eng^o Florestal, PhD. Pesquisador do LPF - Serviço Florestal Brasileiro – Energia da Biomassa. (waldir.quirino@ibama.gov.br)

Resumo

O *Guadua magna* descoberto recentemente no estado de Goiás é conhecido popularmente como taquaruçu, tem colmo grosso e lenhoso, atingindo mais de 20m de altura. O bambu é uma importante alternativa energética devido ao volume excepcional de biomassa produzida, tanto como a madeira. Pode ser aproveitado tanto na queima direta como na produção de carvão, inclusive carvão ativado. Foram efetuados ensaios de caracterização energética a partir de 6 amostras da base e do topo de *colmos de G. magna*. Foi realizado análise química imediata (teor de voláteis, teor de cinzas e teor de carbono fixo) e poder calorífico. Com o material moído foram confeccionados briquetes em três pressões diferentes e temperatura de 120°C. Não houve diferença significativa entre as amostras da base e do topo. O poder calorífico atingiu em média 4430,21 kcal/kg, resultado semelhante ao encontrado na literatura para outros bambus e semelhante a madeira de *Eucalyptus*.

Palavras – chave: bambu, energia, biomassa, compactação.

Abstract - Energy characterization of bamboo (*Guadua magna*)

Discovery recently in Goiás state, the *Guadua magna* is known how taquaruçu and your colm are thick and wood with more than 20 m of height. How energy use, bamboo is an important alternative due to the exceptional amount of biomass available and such as wood, bamboo can be used to provide energy, by the direct burn, as well as in the production of charcoal, including active charcoal. From the 6 samples of the base and top of *G. magna* was done chemical immediate analysis and higher heating. With ground material were made briquettes in three different pressures. There wasn't a significative difference between base sample and top sample and the higher heating reached 4430,21 kcal/kg, a similar result founded on literature for another bamboo.

Keywords: bamboo, energy, biomass, compaction.

INTRODUÇÃO

Os bambus pertencem à família das gramíneas (Poaceae). Ocorrem principalmente nas regiões tropicais e sub-tropicais e constitui-se em um significativo recurso natural renovável, principalmente nos países asiáticos.

O bambu é uma planta de uso múltiplo, servindo de objetos de adorno, decoração, utensílios domésticos, instrumentos musicais, móveis, armas, alimento, material de construção, uso como planta ornamental, cercas vivas, ambientação, quebra-vento, até ocupação de solos marginais e erodidos, etc. Na Ásia, ao invés da madeira se utiliza bambu para produção de carvão que é também utilizado em filtros para água potável e polimento de tratamentos de esgoto. (PRESZNHUK *et al*, 2003).

O Brasil possui uma grande diversidade de bambus nativos, cerca de 34 gêneros e 234 espécies, das quais 204 são consideradas endêmicas, sendo a maioria do gênero *Guadua*. Filgueiras & Londoño (2006) identificaram uma nova espécie ocorrente no cerrado do estado de Goiás, pertencente à subfamília Bambusoideae. O *Guadua magna* Londoño & Filg., como foi chamado, pertence à subtribo Guaduinae, que engloba além do gênero *Guadua*, os gêneros *Criciúma*, *Eremocaulon*, *Olmeca*, e *Otatea*.

Essa espécie é comumente conhecida como taquaruçu, tem entre 6,3 – 13cm de diâmetro e 12,6 a 23,4 m de altura. Ele também possui folhas urticantes e amarronzadas de até 20 cm de comprimento e espinhos de até 3 cm (FILGUEIRAS & LONDOÑO, 2006). Além disso, Soderstrom & Londoño (1987) caracterizando o gênero *Guadua*, afirmaram que o colmo desse gênero é grosso, lenhoso e geralmente oco de parede grossa ou delgada.

Como forma de utilização energética o bambu é uma importante alternativa devido ao volume excepcional de biomassa disponível, e constitui uma possibilidade estratégica de o país expandir sua produção de fibra longa, ou mesmo ampliar a participação da biomassa como fonte primária no balanço energético nacional. Tal como a madeira, o bambu pode ser aproveitado energeticamente, tanto na queima direta como na produção de carvão, inclusive o carvão ativado.

Para se caracterizar a biomassa como fonte de energia é necessário o uso de algumas técnicas, a determinação do poder calorífico é uma delas. As outras análises podem ser feitas a partir de determinação de composição química (elementar e imediata) e umidade.

A compactação de resíduos da biomassa é uma excelente maneira de agregar valor aos resíduos pela densificação desse material. A densificação nesse caso é feita através da compactação dos resíduos com

aplicação de pressão em geral acompanhada da elevação da temperatura. Dentre as vantagens da compactação é possível citar: maior facilidade no armazenamento e manuseio, menores custos de transporte e maior densidade energética.

O teor de voláteis, carbono fixo, teor de cinzas e poder calorífico de briquetes de resíduos, são característicos produzindo um efeito energético e um comportamento específico durante a combustão. Isso significa que essas características influenciam a combustão desse combustível quando utilizada em um equipamento térmico, permitindo dessa forma aproveitar integralmente sua excelente densidade energética, bastante superior ao da lenha e do carvão vegetal.

O estudo teve como objetivo caracterizar energeticamente, através de análise química imediata, poder calorífico e compactação, os colmos da nova espécie, *Guadua magna*, avaliando se existem diferenças entre a base e o topo do bambu.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado nas dependências do Laboratório de Produtos Florestais – LPF, localizado no IBAMA em Brasília. Os colmos de bambu estavam guardados há mais de 6 meses em câmara climatizada a 22°C e 60-65% de umidade.

Foram utilizadas 6 amostras de *G. magna* das quais 3 eram da base do colmo e 3 do topo. Essas amostras foram escolhidas aleatoriamente dentre 16 colmos verdes disponíveis para análises. As bases e os topos foram retirados dos colmos 9, 10 e 15.

As amostras foram inicialmente serradas em discos e posteriormente cortadas em seções circulares. Cada seção circular foi cortada novamente em pedaços menores com faca para análise do teor de umidade. O restante dos pedaços foi moído em um moinho tipo Willey e peneirado a 60 mesh para realização dos ensaios de material volátil, teor de cinzas e poder calorífico.

As normas para análise química imediata e poder calorífico superior (PCS) e inferior (PCI) utilizadas, são as mesmas usadas para carvão vegetal: ABNT NBR 8112/86 e NBR 8633/84, respectivamente. O poder calorífico foi realizado em um calorímetro PARR isoperibol modelo 1201. Para o ensaio de teor de umidade foram feitas três repetições por amostra e duas repetições para o restante dos ensaios.

A compactação de resíduos de *G. magna* foi feita a partir do material moído no moinho sem passar pela peneira de 60 mesh e sem distinção entre base e colmo. Para essa compactação utilizou-se uma prensa hidráulica com duas pranchas paralelas ligadas a uma resistência. A prensa possui um mostrador de temperatura e de pressão que permite o controle dessas duas variáveis.

Entre os pratos da prensa é colocado um cilindro com sede para encaixe de um pistão, composto de duas partes que se unem por parafusos (Figura 1b). O material é colocado na sede cilíndrica e pressionado por um pistão, acionado pelo movimento dos pratos da prensa hidráulica. (Figura 1a).

Na confecção dos briquetes foram utilizadas três pressões diferentes: baixa (550 kgf/cm²), média (770 kgf/cm²) e alta (990 kgf/cm²), e temperatura de 120°C. Essas pressões são consideradas baixa, média e alta para sistemas de extrusão por pistão mecânico. As briquetadeiras industriais atingem no máximo 1000 kgf/cm².

O processo de compactação de bambu seguiu o mesmo utilizado no LPF para compactação de resíduos em geral, como serragem, caroço de açaí, casca de algodão, e outros. O cilindro preenchido com o material foi colocado entre os pratos aquecidas da prensa. Aguardou-se até a temperatura do cilindro aproximar-se de 120 °C, a partir deste ponto esperou-se 10 minutos com a finalidade de transferir e uniformizar a temperatura no sistema de compactação, sendo em seguida aplicada pressão durante 15 minutos.

Para cada pressão foram confeccionados briquetes de 2,5 cm de diâmetro e 3,0 cm de altura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A comparação entre as médias das bases e dos topos serviu para avaliar a existência de diferença nos caracteres energéticos a partir da localização das amostras, acreditando-se que não existe diferenças entre os colmos escolhidos. Mesmo assim foram calculadas as médias para base e topo, em cada ensaio, para os três colmos usados. A partir daí, foram feitas médias para todas as bases e todos os topos, em cada ensaio, com o objetivo de avaliar apenas a diferença entre base e topo. Foram também calculados o desvio padrão e o coeficiente de variância (CV).

Os valores encontrados para material volátil e carbono fixo em *G. magna* estão de acordo com a literatura encontrada. Netto *et al* (2006) caracterizando biomassas amazônicas, encontrou em um bambu 81,34% de material volátil e 17,78% de carbono fixo. No entanto, o valor encontrado por esses autores para cinzas em bambu foi de 0,87%, bem abaixo do valor encontrado para *G. magna* que obteve uma variação entre 1,83% e 6,75%. Esse último valor foi encontrado na base do colmo 10 e o topo desse mesmo colmo acompanhou a tendência de sua base, com um valor médio de 6,46% de cinzas. Apenas o colmo 10 se distanciou severamente da média e após repetição desse ensaio, excluiu-se a possibilidade de erro de acurácia, levando-se a acreditar que

dentro de um mesmo povoamento de *G. magna*, em um mesmo local, possa ocorrer grandes variações no teor de cinzas. Essa discrepância na média levou ao aumento do desvio padrão e do CV no ensaio de teor de cinzas (Tabela 1).

Santos e Quirino (2004), caracterizando energeticamente três espécies de bambu, obtiveram um teor de umidade de 7,09% e PCS de 4323,5 kcal/kg para *Guadua weberbaueri*, 7,30% de umidade e PCS de 4475,0 kcal/kg para *Dendrocalamus giganteus* e 10,80% de umidade e PCS de 4443,75 kcal/kg para *Bambusa vulgaris*. Esse último teor de umidade foi o que mais se aproximou do encontrado para *G. magna* e essas diferenças podem ser relacionadas com a forma de armazenamento das amostras antes do início dos ensaios. Os PCS foram próximos aos valores encontrados na base e no topo de *G. magna* (Tabela 2).

Brito *et al* (1987) produzindo carvão de cinco espécies de bambu (*B. vulgaris* var. *vittata*, *B. vulgaris*, *B. tuldooides*, *Dendrocalamus giganteus*, *Guadua angustifolia*), fizeram a caracterização energética e obtiveram uma média de bambu de 4458 kcal/kg para PCS. Em comparação ao eucalipto, a média de PCS do *Guadua magna* foi um pouco inferior à média calculada por Vale *et al* (2000) para *Eucalyptus grandis*, que foi de 4641,0 kcal/kg.

Não houve diferenças significativas entre as médias das bases e dos topos, ou seja, o local de retirada das amostras não influenciou a caracterização energética nesses ensaios.

Em relação à compactação dos resíduos de *G. magna*, pode-se dizer que os briquetes foram confeccionados com sucesso. Não houve dificuldades durante a compactação com relação à manipulação do material e nem variações dimensionais visíveis, como rompimento, esfarelamento excessivo ou afofamento das extremidades. Os briquetes apresentaram aspecto visual parecido, portanto, não houve diferença visual entre as três pressões utilizadas (Figura 2).

As diferenças entre pressões, nesse processo, podem aparecer caso esses briquetes sejam analisados mecanicamente através da aplicação de uma carga que iria avaliar a resistência mecânica de cada um deles.

As médias encontradas para base e topo foram comparadas pelo teste de média T com 5 % de significância mostrando que não existe diferenças entre as mesmas.

CONCLUSÕES

- Os valores para material volátil e carbono fixo desse bambu foram semelhantes aos encontrados na literatura. Apenas o valor de teor de cinzas que teve uma variação alta entre os colmos. Sabendo disso, sugere-se que em próximos estudos utilize-se maior número de colmos, a fim de verificar a existência dessa variação de cinzas dentro de um mesmo povoamento;
- O ensaio de poder calorífico mostrou que o PCS e o PCI desse bambu são semelhantes aos encontrados para outros resíduos de origem vegetal;
- Não há diferenças estatísticas entre as médias encontradas para as bases e para os topos dos colmos, ou seja, o local de retirada da amostra não influenciou a caracterização energética, nesse estudo;
- A confecção de briquetes de *G. magna* foi possível para as três pressões apresentadas. Não houve nenhuma diferença no aspecto visual entre os três briquetes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRITO, J. O.; TOMAZELLO FILHO, M. & SALGADO, A. L. B; Produção e caracterização do carvão vegetal de espécies e variedades de bambu. **IPEF**, n.36, p.13-17, ago.1987.

NETTO, G. B. F. *et al*. Caracterização energética de biomassas amazônicas. In: Encontro de Energia no Meio Rural, 6, Campinas, 2006. **Anais...** Campinas: AGRENER, 2006, 8p.

FILGUEIRAS, T.S. & X. LONDOÑO. A Giant new *Guadua* (Poaceae: Bambusoideae) from Central Brazil. In: Seminário Nacional Estruturação da Rede de Pesquisa e Desenvolvimento do Bambu, 1, Brasília, 2006. **Anais...** Brasília. p.27.

PRESZNHUK, R. A. O. *et al*. Tecnologia apropriada e saneamento: Análise de eficiência de estações de tratamento de esgoto por meio de zona de raízes. In: SEMANA DE TECNOLOGIA: TECNOLOGIA PARA QUEM E PARA QUÊ? Um Olhar Interdisciplinar, 2003, Curitiba. **Anais...** , p. 336-340. Curitiba: CEFET-PR, 2003.

SANTOS, V. E. dos; QUIRINO, W. F. Caracterização energética de bambu: Ensaios de 3 espécies de Bambu: *Bambusa vulgaris*, *Dendrocalamus giganteus* e *Guadua weberbaueri*. Relatório Final – PIBIC/CNPQ, 2004.

SODERSTROM, T.R. & X. LONDOÑO. Two new genera of Brazilian Bamboos related to *Guadua* (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae). **American Journal of Botany**, v.74, n.1, p. 27-39. 1987.

VALE, A. T. *et al.* Produção de energia do fuste de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden e *Acacia mangium* Willd em diferentes níveis de adubação. **Revista Cerne**, Lavras, v.6, n.1, p. 83-88, 2000.

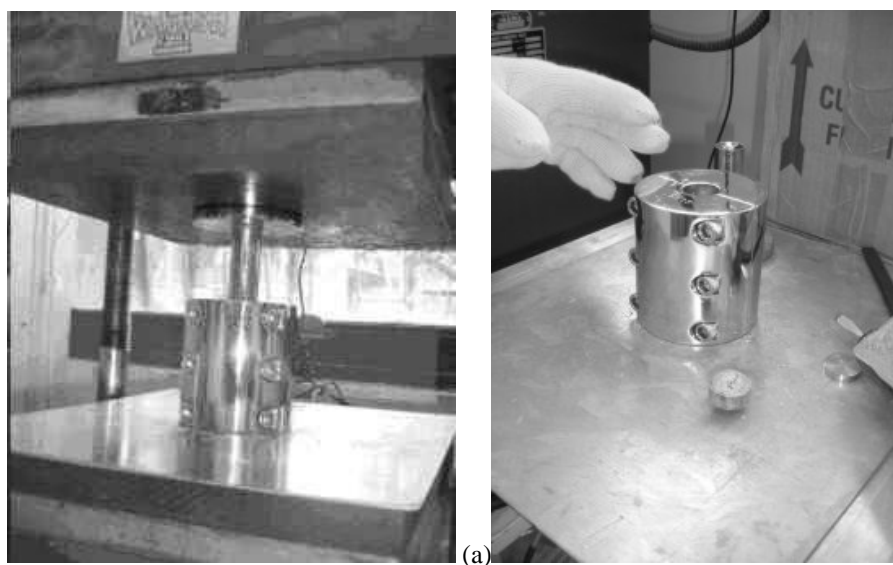


Figura 1: (a) Cilindro e pistão acionados pelos pratos aquecidos da prensa. (b) Cilindro em aço inox, fechado diametralmente por parafusos, com sede cilíndrica para encaixe de um pistão.
Figure 1: (a) Cylinder and piston moved by the warm dishes. (b) Cylinder in stainless steel, diametrical closed by screws, with a cylindrical hole to put the piston.

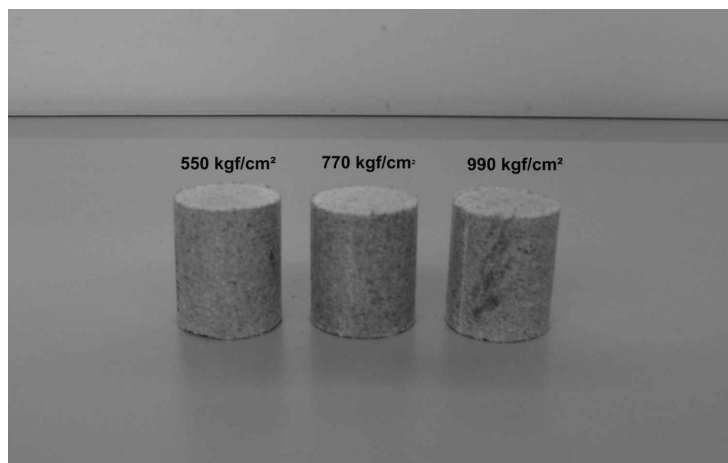


Figura 2: Briquetes de bambu nas três pressões de compactação.
Figure 2: Bamboo briquettes on three pressures of compaction

Tabela 1: Média, desvio padrão e CV para bases e topos por ensaio.
Table 1: Mean, standard deviation e CV to basis and tops for each test.

Ensaio *	Bases				Topos			
	TU	MV	CZ	CF	TU	MV	CZ	CF
Média (%)	10.36	80.44	3.89	15.94	10.22	81.69	3.38	14.84

Desvio padrão	0.87	3.07	2.43	0.39	0.77	2.03	2.20	0.56
CV	8.43%	3.82%	62.50%	4.52%	7.51%	2.48%	68.80%	3.78%

* TU = teor de umidade/moisture content; MV = material volátil/volatile matter; CZ = teor de cinzas/ash content; CF = carbono fixo/fixed carbon.

Tabela 2: Resultado do ensaio de poder calorífico

Table 2: Higher heating test results.

Ensaio	Base		Topo	
	PCS ¹	PCI	PCS ²	PCI
Média (Kcal/kg)	4447.904	3804.149	4412.52	3777.98

¹ Média de 5 repetições. Mean of 5 repetition

² Média de 4 repetições. Mean of 4 repetition