**CARACTERIZAÇÃO DA BIOMASSA DO *Bambusa tuldoides***

Izabela Caroline Prezotto Armando ¹; Renan Mangialardo ¹; Elaine Cristina Leonello ²; Saulo Philipe Sebastião Guerra ³

¹ *Graduando (a) em Engenharia Florestal – Unesp, Botucatu, São Paulo, izabelaprezotto@gmail.com*

*² Pós-graduanda em Agronomia – Energia na Agricultura – Unesp, Botucatu, São Paulo*

*³ Professor no Depto. de Engenharia Rural e Socioeconomia – FCA/Unesp e Coordenador do Laboratório Agroflorestal de Biomassa e Bioenergia (LABB)*

**RESUMO**

O bambu apresenta mais de 1.250 espécies distribuídas por todo o território mundial, tendo sucesso nos países com zonas quentes e com alto índice pluviométrico. No Brasil, um dos gêneros exóticos que mais teve sucesso em sua adaptação é o *Bambusa*. Apesar da sua ampla utilização no Oriente, no Brasil ainda é pouco utilizado devido à falta de estudos. Em 2011 foi sancionada a Lei nº 12.484/2011, que visa promover o desenvolvimento da cultura do bambu no Brasil através de ações de órgãos governamentais e empreendimentos privados. A biomassa da espécie de *Bambusa tuldoides* de dois tratamentos de idades diferentes foi coletada e, posteriormente, separada em três compartimentos: colmo, folhas e galhos. Nesses compartimentos foram realizadas análises químicas imediatas (determinação do teor de cinzas, materiais voláteis e carbono fixo) e, também, obtida a densidade básica, a qual foi calculada a partir de cinco posições relativas (0 %, 25 %, 50 %, 75 % e 100 %) da altura total do colmo de bambu. Foi verificado que a densidade básica não difere significativamente entre os dois tratamentos ou em diferentes alturas, porém seu valor tende a ser maior na região de 50 % da altura do colmo de bambu. Nos galhos e folhas todas as propriedades químicas imediatas apresentaram influência da idade, no colmo, somente o teor de cinzas sofreu influência da idade do plantio.

**PALAVRAS-CHAVE**: bambu; análise química imediata; bioenergia.

**INTRODUÇÃO**

O bambu, pertencente à família Poaceae e subfamília Bambusoidae, é dividido em herbáceo (Olyreae) e lenhoso (Bambuseae), em que da união desses dois grupos calcula-se cerca de 1.250 espécies em todo o mundo, distribuídas em 90 gêneros, em que as espécies não são nativas apenas no continente europeu (MARÇAL, 2008). No Brasil, são conhecidas em torno de 260 espécies de bambus nativos e, entre os exóticos, destaca-se o gênero *Bambusa*, o qual teve muito sucesso em sua adaptação no país (MORAIS *et al.*, 2018).

A maior ocorrência do bambu é verificada em zonas mais quentes e que apresentam um alto índice pluviométrico, como regiões subtropicais da África, Ásia e América do Sul (MACIEL *et al.*, 2016). Entre as florestas nativas de bambu, uma das maiores do planeta está localizada na Amazônia Sul-Ocidental, a qual engloba partes dos estados da Amazônia e Acre, no Brasil, e áreas próximas em Pando, na Bolívia, e Madre de Dios, no Peru (FILGUEIRAS e VIANA, 2017).

Uma das maiores vantagens quando comparado à madeira de florestas plantadas (como pinus e eucalipto), é o tempo de crescimento, sendo que o bambu apresenta menor tempo para produzir a mesma biomassa. Seus colmos (também conhecidos por varas) alcançam o comprimento final em até seis meses, em que a emissão de brotos se dá anualmente, não sendo necessário o replantio (RADAIK, 2018). Já o eucalipto, considerado uma espécie de rápido crescimento, quando destinado para energia e celulose, tem seu primeiro ciclo de corte com aproximadamente sete anos (JUNIOR *et al.*, 2014).

 Há muito, o bambu é utilizado no Oriente para diversos fins, como itens mobiliários, embarcações, estruturas de casas, portas e janelas, entre outros (MOGNON, 2015). Em países como Equador, sítios arqueológicos registram o uso da espécie pelos indígenas há mais de cinco mil anos, em que sua durabilidade pode ser vista através das construções coloniais (FILGUEIRAS e VIANA, 2017). No Brasil, apesar da ampla utilização de sua biomassa para fins energéticos, o uso do bambu ainda é restrito, principalmente devido aos poucos estudos relacionados à espécie (BRITO *et al.*, 1987).

 Visando promover o desenvolvimento da cultura do bambu no Brasil, foi sancionada a Lei nº 12.484 de 8 de setembro de 2011, que institui a Política Nacional de Incentivo ao Manejo Sustentado e ao Cultivo do Bambu (PNMCB). O objetivo de incentivo ao seu manejo sustentável e cultivo se dá através de ações governamentais e de empreendimentos privados e, a partir das diretrizes, é reconhecido que são necessários mais investimentos para a valorização do bambu, tornando-o importante para o desenvolvimento social e econômico do país (BRASIL, 2011).

 Com isso, o presente trabalho tem como objetivo fazer a caracterização da biomassa do bambu, comparando a densidade básica em diferentes alturas do colmo e em dois tratamentos com idades distintas, além de comparar análises químicas imediatas (teor de cinzas, materiais voláteis e carbono fixo) das folhas, galhos e colmos entre os mesmos dois tratamentos de idades diferentes.

**METODOLOGIA**

O material utilizado é da espécie *Bambusa tuldoides*, coletado na Estação Experimental de Tatuí, localizada no interior do estado de São Paulo. Foram utilizados dois tratamentos, T1 e T2, em que o primeiro possuía seis anos de idade enquanto o segundo um ano. Em cada tratamento foram instaladas 10 parcelas aleatoriamente, sendo estas circulares com raio de um metro e toda biomassa contemplada em cada parcela foi coletada.

 A biomassa coletada foi separada em três compartimentos: folhas, galhos e colmos, sendo posteriormente levada para o Laboratório Agroflorestal de Biomassa e Bioenergia (LABB), na Faculdade de Ciências Agronômicas, da Unesp de Botucatu. Foram realizadas análises de determinação do teor de cinzas (conforme as diretrizes da norma ASTM D1102 – 84 (2007), determinação do teor de materiais voláteis (conforme norma ASTM E872 – 82 (2006) e determinação do teor de carbono fixo calculado a partir da diferença da massa seca e os teores de cinzas e materiais voláteis (CARBONO FIXO = 100 – CINZAS – MATERIAIS VOLÁTEIS).

A densidade básica foi determinada em uma amostra de cinco posições relativas da altura (0 %, 25 %, 50 %, 75 % e 100 % da altura total de cada colmo coletado – Figura 1). Para cálculo da densidade básica foram utilizados dados de massa seca e volume saturado de cada amostra: imediatamente após a coleta, a amostra foi mantida submergida em água para saturação até manter massa constante; o volume foi determinado pelo Princípio de Arquimedes (alteração de massa da água pelo volume de água deslocado quando da submersão da amostra); posteriormente as amostras foram secas em estufa à 105 °C ± 3 ° C até apresentar massa constante; a massa seca foi determinada com auxílio de balança de precisão de 0,01 g.



Figura 1. Identificação das posições relativas da altura dos colmos de bambu para obtenção das amostras para determinação da densidade básica.

Os dados foram tabelados em planilha eletrônica e a análise estatística foi realizada com apoio do software R. A normalidade dos dados foi testada pelo Teste de Shapiro-Wilk e, constatada a normalidade foram submetidos à análise de variância e, quando necessário, os valores médios dos tratamentos foram comparados pelo Teste de Tukey a 5 % de significância. Na análise da densidade básica tomou-se como fatores a altura relativa do colmo e o tratamento T1 e T2. As propriedades químicas imediatas foram comparadas entre tratamentos (portanto um único fator) para cada compartimento separado (colmo, folha e galho).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A densidade básica não foi estatisticamente diferente nas diferentes porções da altura total em nenhum dos dois tratamentos considerados. Também não houve diferença dessa propriedade entre os tratamentos T1 e T2.

Apesar de não apresentar diferença estatisticamente significativa, na Figura 2 é apresentado o valor médio da densidade básica da espécie nas diferentes alturas relativas analisadas. Nota-se que a densidade básica tem tendência de crescimento da base (0 %) até a metade da altura (50 %), em que observa-se o maior valor médio. Posteriormente, da metade até o topo do colmo de bambu (100 % da altura), é possível verificar que ocorre o decréscimo do valor da densidade média, mas não volta a atingir o patamar do resultado da base.

Figura 2. Variância da densidade básica nas diferentes alturas do colmo de *Bambusa tuldoides*.

O resultado da ANAVA das propriedades químicas imediatas (cinzas, materiais voláteis e carbono fixo) do colmo, folhas e galhos, revelou que os tratamentos apresentaram valor médio diferente para os diferentes tratamentos apenas na análise do teor de cinzas do colmo (p-valor < 0,05) (Tabela 1). Observa-se que somente o item cinzas apresenta uma variância estatística significativa entre os tratamentos (p-valor < 0,05). Teor de materiais voláteis e carbono fixo, não apresentaram diferença entre os tratamentos analisados.

Tabela 1. P-valor da ANAVA dos dados das análises químicas imediatas de diferentes compartimentos da biomassa de *Bambusa Tuldoides.*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Analise química imediata | Colmo | Folha | Galho |
| Cinzas | 0,0295 | 4,04e-15 | 8,32e-14 |
| Materiais voláteis | 0,137 | 3,89e-05 | 0,0154 |
| Carbono fixo | 0,154 | 1,25e-05 | 0,00218 |
|  |  |  |  |

Para as biomassas das folhas e dos galhos, o resultado obtido revela que o tratamento influencia os resultados médios obtidos para todas as análises químicas imediatas realizadas (Tabela 1), mostrando que os teores de cinzas, materiais voláteis e carbono fixo são influenciados pela idade do plantio.

Nas Tabelas 2 e 3 são apresentados os valores médios das análises químicas imediatas por tratamento de cada compartimento, em que na primeira observam-se os valores que apresentaram diferenças significativas, enquanto na segunda não houve diferença.

Tabela 2. Valores médios dos teores de cinzas, materiais voláteis e carbono fixo da biomassa de *Bambusa tuldoides* em diferentes compartimentos.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|   | COLMO | FOLHA | GALHO |
|   | T1\* | T2\*\* | T1\* | T2\*\* | T1\* | T2\*\* |
| Teor de cinzas (%) | 1,32 a | 1,23 b | 3,86 b | 14,24 a | 7,67 a | 3,46 b |
| Teor de materiais voláteis (%) | - | - | 75,58 a | 71,05 b | 78,40 b | 80,11 a |
| Teor de carbono fixo (%) | - | - | 20,59 a | 14,71 b | 13,93 b | 16,43 a |

\* T1 – tratamento 1: plantio com seis anos; \*\* T2 – tratamento 2: plantio com um ano.

Tabela 3. Valor médio dos materiais voláteis e carbono fixo no compartimento de colmo dos dois tratamentos de *Bambusa tuldoides.*

|  |  |
| --- | --- |
|   | COLMO |
| Teor de materiais voláteis (%) | 81,05 |
| Teor de carbono fixo (%) | 17,67 |

O teor de cinzas decresce com o aumento da idade nas folhas, porém aumenta nos galhos e no colmo. Os teores de materiais voláteis e carbono fixo diminuem com o avanço da idade nos galhos e aumentam nas folhas, enquanto que no colmo não se alteram.

Os teores de cinzas do colmo de ambos os tratamentos apresentaram valores relativamente pouco acima dos valores obtidos por Eufrade Junior et al. (2017) para a madeira de caule com casca de *Eucalyptus* spp. em plantios adensados de curta rotação (1,1 %). Segundo Tamolang *et. al* (1980), o que justifica o maior teor de cinzas encontrados nos bambus é o alto teor de sílica presente na composição química dos colmos.

Silva (2006) para a biomassa dos colmos de *Bambusa tuldoides* obteve 3,0 % de teor de cinzas, 75,2 % de teor de materiais voláteis e 21,8 % de teor de carbono fixo; resultados aproximados de folha do T1 e galho do T2.

**CONCLUSÕES**

A densidade básica de *Bambusa tuldoides* não sofre influência de idade, quando comparados plantios de um e seis anos de idade, ou de diferentes alturas relativas do colmo, mesmo assim seu maior valor médio foi observado em 50 % da altura total do colmo.

Nas análises químicas imediatas, comparando os dois tratamentos, o teor de cinzas apresenta influência da idade do plantio nos três compartimentos: colmo, galhos e folhas. Os teores de materiais voláteis e carbono fixo, no colmo não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, nas folhas os maiores percentuais foram encontrados no plantio mais velho e nos galhos os maiores teores foram encontrados no tratamento mais novo de *Bambusa tuldoides*.

A idade do plantio de *Bambusa tuldoides* no geral influencia as propriedades químicas imediatas, porém não influencia a densidade básica dos colmos dessa espécie.

**AGRADECIMENTOS**

A todos os integrantes do Laboratório Agroflorestal de Biomassa e Bioenergia (LABB – FCA/UNESP) do Instituto de Pesquisa em Bioenergia (IPBEN) que contribuíram e tornaram possível esse trabalho e, ao Marcelo Ticelli – Diretor da Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento Tatuí.

**REFERÊNCIAS**

BRASIL. Decreto-lei nº 12.484, de 8 de setembro de 2011. **Política nacional de incentivo ao manejo sustentado e ao cultivo do bambu.** Brasília: Diário Oficial da União, 2011.

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

EUFRADE JUNIOR, H. de J.; NAKASHIMA, G. T.; YAMAJI, F. M.; GUERRA, S. P. S.; BALLARIN, A. W. **Eucalyptus short-rotation coppice for solid fuel production.** Industrial Crops and Products, v. 108, p. 636–640, 2017.

FILGUEIRAS, T. S.; VIANA, P. L. **Bambus no Brasil: da biologia à tecnologia.** 1. ed. Rio de Janeiro: Instituto Ciência Hoje, p.10-27, 2017.

JUNIOR, J. E. P.; SANTAROSA, E.; GOULART, I. C. G. R. **Transferência de tecnologia florestal: cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda.** Brasília: Embrapa, p. 11-12, 2014.

MACIEL, A. dos S.; AFONSO, D. F.; MIRANDA, E. M. de. **Plano estadual de desenvolvimento do bambu.** Rio Branco: Diário Oficial, n. 11.970, maio de 2016.

MARÇAL, V. H. S. **Uso do bambu na construção civil.** Brasília: Universidade de Brasília, dez. de 2008.

MOGNON, F. **Avaliação comportamental do crescimento, biomassa e estoque de carbono em espécies de bambu.** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2015.

MORAIS, W. W. C.; HASELEIM, C. R.; SUSIM, F.; VIVIAN, M. A.; SOUZA, J. T. de. **Uso de *Bambusa tuldoides* e *Eucalyptus grandis* para confecção de painéis aglomerados.** Santa Maria: Ciência Floresta, v. 28, n. 2, p. 746-757, 2018.

RADAIK, C. E. **Cadeia produtiva do bambu como material construtivo e sua aplicação: Estudo de caso no estado de São Paulo.** São Carlos: Universidade de São Paulo, 2018.

SILVA, M. F. da. **Propriedades energéticas da biomassa e do carvão vegetal de espécies de bambu e clones de eucalipto.** Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2016.

TAMOLANG, F. N.; LOPEZ, F. R.; SEMANA, J. A.; CASIN, R. F.; ESPILOY, Z. B. **Properties and utilization od Philippine erect bamboos.** Otawa: FORPRIDECOM, 1980.