



# III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

## POTENCIAL ENERGÉTICO DA BIOMASSA E DO CARVÃO VEGETAL DO PIXÍDIO DE CASTANHA-SAPUCAIA (*Lecythis pisonis* Camb.)

Pablo Antônio Souza Amorim da Luz<sup>1</sup>

Tatiane Inácio Pinto<sup>2</sup>

Iara Nobre Carmona<sup>3</sup>

Juliane da Silva Sampaio<sup>4</sup>

FERNANDO WALLASE CARVALHO ANDRADE<sup>5</sup>

<sup>1</sup> UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ / UFOPA

<sup>2</sup> Universidade Federal do Oeste do Pará/UFOPA

<sup>3</sup> Engenharia Florestal / IBEF / Universidade Federal do Oeste do Pará

<sup>4</sup> Engenharia Florestal / Instituto de Biodiversidade e Florestas / Universidade Federal do Oeste do Pará

<sup>5</sup> Departamento de Ciências Florestais / Faculdade de Ciências Agrônômicas / Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”



## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

### POTENCIAL ENERGÉTICO DA BIOMASSA E DO CARVÃO VEGETAL DO PIXÍDIO DE CASTANHA-SAPUCAIA (*Lecythis pisonis* Camb.)

Pablo A. S. A. Da **LUZ**<sup>1</sup>; Tatiane I. **PINTO**<sup>1</sup>; Lara N. **CARMONA**<sup>1</sup>; Juliane S.  
**SAMPAIO**<sup>1</sup>; Fernando W. C **ANDRADE**<sup>1</sup>

**Resumo:** A região amazônica possui uma grande diversidade de fontes renováveis naturais, como, por exemplo, os caroços de açaí, tucumã e bacuri; os ouriços de castanha-do-brasil e sapucaia entre outros, no entanto, muitos desses resíduos são descartados no meio ambiente tendo pouco ou nenhum aproveitamento. Uma das alternativas para este entrave é a utilização da biomassa florestal. A castanha sapucaia é um exemplo de biomassa florestal que possui um grande potencial como insumo energético. Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo avaliar o potencial energético da biomassa e do carvão do pixídio (pericarpo e mesocarpo) da castanha-sapucaia (*Lecythis pisonis* Camb.). Foram coletadas amostras do pixídio da castanha-sapucaia provenientes da safra 2016/2017 comercializada no perímetro urbano da cidade de Santarém. Aproximadamente 0,05 kg de biomassa do mesocarpo e pericarpo foram submetidas ao processo de moagem em um moinho de facas para ter seu tamanho reduzido. A partir das biomassas moídas e secas foram determinadas a composição química imediata e o poder calorífico. Após carbonização das amostras determinou-se o rendimento gravimétrico em carvão e a densidade aparente. A avaliação da composição química imediata e dos dados coletados após carbonização demonstraram maiores valores médios de carbono fixo (CF), densidade aparente (DA), poder calorífico superior (PCS) e menor teor de cinzas (TC) e materiais voláteis (MV) para as amostras de mesocarpo. De acordo com os resultados das avaliações realizadas, a biomassa e o carvão do mesocarpo das amêndoas de *Lecythis pisonis* apresentou maior potencial para ser utilizado como insumo energético.

**Palavras-chave:** biomassa, carvão vegetal, *Lecythis pisonis*

### ENERGY POTENTIAL OF BIOMASS AND CHARCOAL FROM SAPUCAIA NUTS (*Lecythis pisonis* Camb.) PIXIDIUM

**Abstract:** The Amazon has a great diversity of natural renewable sources, as, for example, the açaí, tucumã and bacuri lumps; Brazil and sapucaia nuts and others, however, many of these residues are discarded in the environment, having a little or no use. One of the alternatives to this difficulty is the use of forest biomass. Sapucaia nut is an example of forest biomass, which has great energy potential. In this sense, the present study aimed to evaluate the energy potential of the biomass and charcoal of the pixidium (pericarp and mesocarp) of sapucaia nuts (*Lecythis pisonis* Camb.). Samples of sapucaia nuts from the 2016/2017 harvest marketed in the urban perimeter of Santarém city were collected. Approximately 0.05 kg of biomass from the mesocarp and pericarp were subjected to the milling process in a knife mill to have their size reduced. From the biomasses ground and dried were determined the immediate chemical composition and the higher calorific value. After the carbonization of the samples, the charcoal gravimetric yield and the apparent density were determined. The evaluation of the immediate chemical composition and the data collected after the carbonization showed high average values of fixed carbon (FC), apparent density (AD), higher calorific value (HCV) and low average values of ash and volatile matter (VM) contents for the mesocarp samples. According to the results, the biomass and the

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





# III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

charcoal of the sapucaia nuts mesocarp presented greater potential to be used as an energy input.

**Keywords:** biomass, charcoal, *Lecythis pisonis*.

## 1. INTRODUÇÃO

A região amazônica possui uma grande diversidade de fontes renováveis naturais como, por exemplo, os caroços de açaí, tucumã e bacuri; os ouriços de castanha-do-brasil e castanha-sapucaia entre outros. No entanto, muitos desses resíduos são descartados no meio ambiente tendo pouco ou nenhum aproveitamento, exceto para a confecção de artesanatos. Dentro desse contexto, estudos que visam a utilização de fontes alternativas de energia têm se tornado cada vez mais importantes. Tais estudos têm como principal foco a substituição de combustíveis fósseis por fontes de energia mais sustentáveis já que o uso destes combustíveis causa impactos ambientais como o aumento da emissão de CO<sub>2</sub> e de poluentes causadores do efeito estufa (CHRISOSTOMO, 2011; LIMA JÚNIOR, 2014).

Uma das alternativas para este entrave é a utilização da biomassa florestal, a qual engloba produtos e subprodutos dos recursos florestais que possuem biomassa lenhosa (CARDOSO, 2012). Segundo Brasil (1996), a biomassa florestal possui algumas vantagens em relação a outros tipos de combustíveis, são elas: a biomassa florestal é o combustível mais barato, nos países em desenvolvimento, tanto por tonelada quanto por unidade de calor; não necessita de mão-de-obra qualificada, gerando emprego e fixando o homem no campo; seu armazenamento é possível em espaço aberto, apesar de o poder calorífico diminuir com o tempo; e apresenta baixo teor de cinza e enxofre. Entre os processos de termoconversão que poderiam ser adotados para o aproveitamento energético desse tipo de biomassa florestal destacam-se a combustão, a gaseificação e a pirólise (NASCIMENTO, 2012).

A castanha sapucaia é um exemplo de biomassa florestal, que possui um grande potencial como insumo energético. Segundo Nascimento (2012), a biomassa do ouriço de castanha sapucaia tem valores de parâmetros termoquímicos como poder calorífico superior e carbono fixo, respectivamente, 19,52 MJ/kg e 16,86%, os quais são considerados bons indicativos em processos de termoconversão.

Dentro do processamento desse tipo de biomassa se verifica a produção de resíduos em diferentes etapas, seja na floresta quando o fruto é quebrado ou na indústria quando a castanha é descascada, dessa forma, são gerados resíduos de pericarpo (ouriço) e mesocarpo (as cascas das castanhas). No caso da castanha-do-brasil, o mesocarpo já é empregado nas indústrias como fonte de aquecimento para o ar de secagem e o pericarpo para a produção de carvão com alta densidade energética. Tendo em vista o desperdício desses insumos e o seu potencial já apresentado na literatura, os resíduos de biomassa do fruto da castanha-sapucaia (*Lecythis pisonis* Camb.) poderiam ser empregados para o fornecimento de eletricidade em comunidades isoladas, na cocção de alimentos, além disso, o aproveitamento desses resíduos poderia gerar renda para as comunidades das quais eles são provenientes (NOGUEIRA et al., 2011; SOARES, 2006).

Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo avaliar o potencial energético da biomassa e do carvão do pixídio (pericarpo e mesocarpo) da castanha-sapucaia (*Lecythis pisonis* Camb.).

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

### 2. MATERIAL E MÉTODOS

#### 2.1 Obtenção e processamento do material

Foram coletadas amostras do pixídio da castanha-sapucaia (*Lecythis pisonis* Camb.) provenientes da safra 2016/2017 comercializada no perímetro urbano da cidade de Santarém, as quais foram cedidas por extrativistas de comunidades próximas. As biomassas do fruto usadas para as análises foram: o ouriço (pericarpo) (Figura 1a) e as cascas das amêndoas (mesocarpo) (Figura 1b).



Figura 1. Ouriço (pericarpo) (a) e cascas das amêndoas (mesocarpo) (b).

As amostras foram conduzidas ao Laboratório de Tecnologia da Madeira (LTM), na Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA). Após secas em estufa, aproximadamente 0,05 kg dessa biomassa foi submetida ao processo de moagem em um moinho de facas para ter seu tamanho reduzido. A partir daí para a avaliação do material utilizou-se dois tratamentos: o mesocarpo (cascas das amêndoas) e o pericarpo (ouriço).

#### 2.2 Carbonização

Para a produção do carvão vegetal a partir das biomassas estudadas, amostras de mesocarpo e pericarpo foram carbonizadas em forno do tipo mufla à uma taxa de 1,67°C/min-1 e temperatura final de 450°C por 60 min. Para o cálculo do Rendimento Gravimétrico em Carvão (RGc) utilizou-se a equação 1.

$$RGc = (MCs / MMs) \times 100 \quad (1)$$

Onde: RGc = Rendimento Gravimétrico do carvão (%); MCs = Massa do Carvão Seco (g); MMs = Massa da Madeira Seca (g).

Para cada amostra carbonizada, foi determinada a densidade aparente do carvão pelo método de imersão em mercúrio conforme a NBR 7190/97.

#### 2.3 Análise química imediata

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

A análise química imediata foi realizada seguindo-se a norma ASTM D1762-84 (ASTM, 2013), através da qual obteve-se teor de umidade, materiais voláteis, cinzas e carbono fixo.

### 2.3 Poder calorífico superior

O Poder Calorífico Superior (PCS) foi determinado de acordo com a equação de Goutal (SATER et al., 2011) (Equação 2), utilizando-se os valores de Carbono Fixo (Cf, % em peso), Materiais Voláteis (V, % em peso) e o coeficiente A dado pela relação  $V/(V+Cf)$ .

$$PCS = (82 Cf + AV) \quad (2)$$

### 2.4 Análise Estatística

Para as análises imediatas da biomassa, os rendimentos gravimétricos e densidade aparente de carvão vegetal foi realizada análise de variância ao nível de 5% de probabilidade, em seguida aplicou-se o teste Tukey, tendo em vista dois tratamentos: o ouriço (pericarpo) e as cascas das amêndoas (mesocarpo) na condição de biomassa (em base seca) e convertidos em carvão vegetal.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de densidade aparente (DA) e rendimento gravimétrico em carvão (RGc) do pericarpo e mesocarpo do fruto de castanha-sapucaia (*Lecythis pisonis* Camb.) estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Porcentagem média de densidade aparente (DA) e rendimento gravimétrico em carvão (RGc) dos resíduos do pixídio de *Lecythis pisonis* Camb.

Carvão	RGc (%)	DA (g.cm-3)
Pericarpo	65,02 a	0,44 a
Mesocarpo	48,82 b	0,58 b

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si a 5% de significância pelo teste Tukey.

Para o carvão confeccionado com pericarpo (ouriço) e mesocarpo (cascas das amêndoas) da castanha-sapucaia, obteve-se valores médios de rendimento gravimétrico, respectivamente, 65,02% e 48,82%, portanto, uma diferença de 16% de carvão. Para ambos os tratamentos foram encontrados valores superiores aos descritos por outros autores ao avaliarem o rendimento gravimétrico em carvão de outras espécies, tais como: 25,92% para o ouriço de *Bertholletia excelsa* H.B.K (NOGUEIRA et al., 2011), 32,75% para resíduos de *Cocos nucifera* L. (ANDRADE et al., 2004) e 35% para madeira de *Eucalyptus grandis* (OLIVEIRA et al., 1989).

Com relação à densidade aparente (Tabela 1) pode-se observar que a mesma não apresentou correlação alguma com o rendimento gravimétrico, mas indicou maior valor médio para o carvão produzido a partir das cascas das amêndoas (0,58 g.cm-3) do que para o ouriço (0,44 g.cm-3), apesar deste ter apresentado

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

valores próximos aos encontrados por Brito et al. (1983) para *E. microcorys* e *E. triantha*, respectivamente, 0,445 g.cm<sup>-3</sup> e 0,446 g.cm<sup>-3</sup>.

Tabela 2. Porcentagem média do poder calorífico superior (PCS), materiais voláteis (MV), teor de cinzas (TC) e carbono fixo (CF) das biomassas do pixídio de *Lecythis pisonis* Camb.

Biomassa	PCS (MJ/kg-1)	U (%)	M V (%)	TC (%)	CF (%)
Pericarpo	8,54 a	13,01 a	72,61 a	3,17 a	24,22 a
Mesocarpo	10,77 b	10,62 b	67,14 b	2,02 b	0,58 b

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si a 5% de significância pelo teste Tukey.

Como pode ser observado na composição química imediata das biomassas do fruto de castanha-sapucaia (*Lecythis pisonis* Camb.) (Tabela 2), o mesocarpo apresentou os melhores resultados para os teores de cinzas e umidade, respectivamente, 2,02% e 10,62%, os quais são considerados bons indicativos para a aplicação desse tipo de biomassa em processos termoquímicos já que essas variáveis reduzem a energia disponível no combustível (MCKENDRY, 2002a). As cascas das amêndoas também apresentaram os melhores valores médios para materiais voláteis (67,14%) e carbono fixo (30,84%). Essas mesmas variáveis para o ouriço de castanha-sapucaia, respectivamente, 72,61% e 24,22%, tiveram uma diferença expressiva em relação ao apresentado por Nascimento (2012) para a mesma espécie, o qual obteve valores médios de materiais voláteis e carbono fixo, respectivamente, 81,14% e 16,86%. Essas diferenças podem ser observadas por conta das diferentes metodologias e normas utilizadas nos dois estudos.

Avaliando-se os resultados do poder calorífico superior (Tabela 2), verifica-se que as cascas das amêndoas e o ouriço obtiveram valores próximos, respectivamente, 10,77 MJ/kg<sup>-1</sup> e 8,54 MJ/kg<sup>-1</sup>. O maior poder calorífico do mesocarpo, neste caso, pode estar relacionado ao menor teor de cinzas (VALE et al., 2011). No entanto, para Dermibas (2004), os valores de poder calorífico para biomassas em geral está entre 14 e 21 MJ/kg<sup>-1</sup>, demonstrando que apesar do resíduo do mesocarpo ter um maior poder calorífico em relação ao pericarpo, esses resíduos não superam outros tipos de biomassa.

#### 4. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados das avaliações, a biomassa e o carvão do mesocarpo das amêndoas de castanha-sapucaia (*Lecythis pisonis* Camb.) apresentou maior potencial para ser utilizado como insumo energético. Tal biomassa possui características termoquímicas favoráveis para essa finalidade, como por exemplo, o alto rendimento gravimétrico em carvão e densidade aparente; materiais voláteis, cinzas e carbono fixo com valores maiores ou semelhantes aos apresentados por madeiras como o eucalipto. No entanto, são necessários mais estudos sobre a utilização da biomassa proveniente do fruto dessa espécie, para que, assim, haja o melhor aproveitamento energético dos seus resíduos.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Projetos de estruturas de madeira – NBR 7190. Rio de Janeiro, p. 107, 1997.

ASTM Standard D1762 – 84. Standard Test Method for Chemical Analysis of Wood Charcoal. Philadelphia, USA: American Society for Testing and Materials, 2013.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Balanço energético nacional. Brasília: MME, 150p, 1996.

BRITO, J. O., BARRICHELO, L. E. G., SEIXAS, F., MIGLIORINI, A. J., & MURAMOTO, M. C. Análise da produção energética e de carvão vegetal de espécies de eucalipto. IPEF, Piracicaba, v. 23, p. 53-56, 1983.

CARDOSO, B. M. Uso da biomassa como alternativa energética. Monografia – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 94p. 2012.

CHRISOSTOMO, W. Estudo da compactação de resíduos lignocelulósicos para utilização como combustível sólido. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Materiais) – Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2011.

ANDRADE, A. M. de; PASSOS, P. R. de A; MARQUES, L. G. da C.; OLIVEIRA, L. B.; VIDAURRE, G. B., & ROCHA, J. das D. de S. Pirólise de resíduos do coco-da-baía (*Cocos nucifera* linn) e análise do carvão vegetal. Revista Árvore, Viçosa, v. 28, n. 5, p. 707-714, 2004.

DEMIRBAS, A.; DEMIRBAS, H. Estimating the calorific values of lignocellulosic fuels. Energy Exploration & Exploitation, v. 22, p. 135-143, 2004.

LIMA JÚNIOR, C., SAMPAIO, E. V. S. B., LIMA, R. F. A., & MENEZES, R. S. C. Potencial de aproveitamento energético de fontes de biomassa no Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 7, n. 2, p. 207-221, 2014.

MCKENDRY, P. Energy production from biomass (part 1): overview of biomass. Bioresource Technology, v. 83, p. 37-46, 2002a.

NASCIMENTO, V. F. Caracterização de biomassas amazônicas: ouriço de castanha-do-Brasil, ouriço de sapucaia e caroço do fruto do tucumã: visando sua utilização em processos de termoconversão. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade de Campinas, Campinas, 148p. 2012.

NOGUEIRA, R. M. Secagem da Castanha-do-Brasil em condições de floresta e carbonização do resíduo do fruto da castanheira. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 132f. 2011.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

OLIVEIRA, A. C., CARNEIRO, A. D. C. O., VITAL, B. R., ALMEIDA, W., PEREIRA, B. L. C., & CARDOSO, M. T. Efeito da qualidade da madeira sobre o rendimento e qualidade do carvão de *Eucalyptus grandis*. Revista *Árvore*, 13(1): 85-97, 1989.

SATER, O. et al. Estudo comparativo da carbonização de resíduos agrícolas e florestais visando à substituição da lenha no processo de secagem de grãos de café. *Ceres*, Viçosa, v. 58, n.6, p. 717 - 722, nov/dez, 2011.

SOARES, T. S., CARNEIRO, A. D. C. O., GONÇALVES, E. O., & LELLES, J. G. Uso da biomassa florestal na geração de energia. *Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal*, v. 8, 2006.

VALE, A. T. do; MENDES, R. M.; AMORIM, M. R. S. & DANTAS, V. F. de S. Potencial energético da biomassa e carvão vegetal do epicarpo e da torta de pinhão manso (*Jatropha curcas*). *CERNE*, Lavras, v. 17, n. 2, p. 267-273, 2011.

CRUZ, C. R. da. Caracterização da madeira de clones de *Eucalyptus* para a utilização na indústria madeireira. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 64 p. 2000.

DURLO, M. A.; MARCHIORI, J. N. C. Tecnologia da madeira: Retratibilidade. Santa Maria: Editora da UFSM, 1992. (Série Técnica, 10).

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMISTS. List of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bulletin*, Leiden, v. 10, n. 3, p. 210-232, 1989.

LARA PALMA, H.A.; LEONELLO, E.C.; BALLARIN, A.W. Demarcação da madeira juvenil e adulta de *Corymbia citriodora*. *Cerne*, Lavras, v.16, p.114-148, 2010.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO

