

Potencial energético do carvão vegetal proveniente de resíduos de castanheiras de Santarém-PA.

Iara Nobre Carmona ¹; Juliane da Silva Sampaio ²; Letícia da Silva Moreira ¹; Fernando Wallase Carvalho Andrade ^{2,3}

¹ Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira / Universidade Federal de Lavras; ² Universidade Federal do Oeste do Pará; ³ Dep. Ciência Florestal / Universidade Estadual Paulista.

Resumo: Os resíduos agroflorestais apresentam potencial de utilização em indústrias farmacêuticas, têxteis e energéticas. A utilização deste potencial pode impulsionar o desenvolvimento econômico sustentável de comunidades extrativistas e de sistemas agroflorestais na Amazônia. O objetivo desta pesquisa foi avaliar se resíduos de castanha-do-pará (ouriço e tegumento) e de castanha sapucaia (ouriço) tem potencial para produção de energia. Os resíduos das castanhas foram obtidos no principal centro de abastecimento do Baixo Amazonas. As biomassas foram acondicionadas em retorta cilíndrica de metal inox e submetidas à carbonização em forno elétrico (mufla) com temperatura final de 450°C, a uma taxa de aquecimento de 1,67°C.min⁻¹, permanecendo nesta temperatura final por 30 minutos. Os resultados evidenciam que o carvão da casca (tegumento) da castanha-do-pará apresentou melhor qualidade, quando comparado com as demais matérias-primas estudadas.

Palavras-chave: Ouriço, Amazônia, Produtos agroflorestais.

Energetic potential of charcoal from the chestnut residues of Santarém-PA.

Abstract: Agroforestry waste presents potential for use in the pharmaceutical, textile and energy industries. The use of this potential can boost the sustainable economic development of extractive communities and agroforestry systems in the Amazon. The objective of this research was to evaluate if the residues of Brazil nut (hedgehog and tegument) and sapucaia nut (hedgehog) have potential for energy production. The residues of the nuts were obtained in the main supply center of the Lower Amazon. The biomasses were conditioned in a cylindrical stainless-steel retort and subjected to carbonization in an electric furnace (muffle) with a final temperature of 450 ° C, at a heating rate of 1.67 ° C.min⁻¹, remaining at this final temperature for 30 minutes. The results show that the coal of the shell (tegumento) of Brazil nut presented better quality when compared to the other raw materials studied.

Keywords: Hedgehog, Amazonia, Agroforestry products.

1. INTRODUÇÃO

A utilização de resíduos da biomassa florestal como insumo energético, nas suas diferentes formas de aproveitamento, vem despertando interesse em diversos países por seu potencial renovável (SANTIAGO e REZENDE, 2014). A castanheira-do-pará (*Bertholletia excelsa* Humn. & Bonpl.), também conhecida como castanha-do-brasil, é uma das maiores e mais conhecidas árvores da Amazônia (PEDROZO et al., 2011). Muitas famílias da floresta amazônica praticam o

extrativismo, sendo a coleta de castanha-do-pará e castanha sapucaia (*Lecythis pisonis* Cambess.) – ambas da família *Lecythidaceae* – uma das atividades de maior importância econômica na região.

Os principais resíduos provenientes do cultivo e do processamento da castanha-do-pará são o ouriço (o fruto do castanheiro) e as cascas. Para cada tonelada de castanha limpa geram-se cerca de 1,4 toneladas de resíduos (casca e ouriço) (DIAS et al., 2012). Diante disso, procura-se cada vez mais conhecimento para utilização destes coprodutos, incluindo-se a produção de energia como alternativa para evitar seu desperdício.

O aproveitamento energético tanto do ouriço quanto da casca da semente de castanha-do-pará e ouriço da castanha sapucaia, por meio da carbonização, surge como um processo de agregação de valor a esses resíduos e que, ao mesmo tempo, pode contribuir com a economia da região.

Para o aproveitamento racional e adequado dos resíduos florestais, faz-se necessário o estudo de suas propriedades químico-energéticas (PROTÁSIO et al., 2011). Portanto, foi realizada a caracterização energética do carvão de resíduos de castanha-do-pará (ouriço e tegumento) e de castanha-sapucaia (ouriço) com o objetivo de avaliar se há potencial para a produção de energia a partir destes resíduos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os resíduos das castanhas (ouriço e tegumento de casca) utilizadas foram obtidos no principal centro de abastecimento do Baixo Amazonas (feira do "Mercadão 2000"), em Santarém - PA. As castanhas foram coletadas durante a safra do final de 2016 e início de 2017. Foram coletados 10 (dez) ouriços de cada espécie (castanha-do-pará e castanha sapucaia), e aproximadamente 1 (um) quilograma de tegumento de castanha-do-pará (Figura 1).



Figura 1. Resíduos de ouriço de castanha-do-pará, tegumento de castanha-do-pará e ouriço de castanha sapucaia, sequencialmente.



Após secos em estufa (24h; $103 \pm 3^\circ\text{C}$), os resíduos foram acondicionados em retorta cilíndrica de metal inox e submetidas à carbonização em forno elétrico (mufla) com temperatura final de 450°C , a uma taxa de aquecimento de $1,67^\circ\text{C}.\text{min}^{-1}$, permanecendo nesta temperatura final por 30 minutos. Antes e após a carbonização, a massa das amostras foi determinada em balança analítica (marca Shimadzu, modelo AUY220) para obtenção do rendimento gravimétrico em carvão.

Para a determinação da densidade aparente do carvão, utilizou-se o método de imersão em mercúrio (aferição da temperatura para correção da densidade), cuja massa das amostras foi obtida em balança de precisão segundo as diretrizes da norma NBR 7190 (ABNT, 1997). Foram obtidos teores percentuais de umidade, materiais voláteis, cinzas e carbono fixo dos resíduos carbonizados, utilizando-se metodologia da norma D1107 – 13 (ASTM, 2013). O rendimento em carbono fixo do resíduo carbonífero foi obtido conforme a Equação 1.

$$R_{GC}(\%) = \left(\frac{MC_s}{MM_s} \right) \times 100 \quad (1)$$

Em que: RCF = Rendimento em carbono fixo (%); R_{GC} = Rendimento gravimétrico do carvão (%); TCF = Teor de carbono fixo (%).

O poder calorífico superior (PCS) foi determinado em bomba calorimétrica adiabática (marca IKA, modelo C200) pelo método de Berthelot, que consiste na combustão do material em um ambiente fechado, na presença de oxigênio e sob pressão.

As análises estatísticas foram realizadas no software R *version 3.2.1* (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2018). Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com 3 (três) tratamentos e 3 (três) repetições para cada uma das variáveis avaliadas. A hipótese testada era de que não havia diferenças entre os tratamentos avaliados para as variáveis medidas. Os resultados foram analisados de forma exploratória com auxílio de gráficos *boxplots*.

3. RESULTADOS



As diferenças observadas na maioria das variáveis, como umidade, materiais voláteis, cinzas, carbono fixo, o poder calorífico superior, a densidade aparente do carvão e o rendimento em carbono fixo (Figura 2) mostram que é preciso fazer estudos específicos para cada tipo de resíduo a ser utilizado, visto que podem ter características distintas. Mesmo resíduos de um mesmo material, como é o caso do ouriço e do tegumento da castanha-do-pará, apresentaram resultados significativamente diferentes.

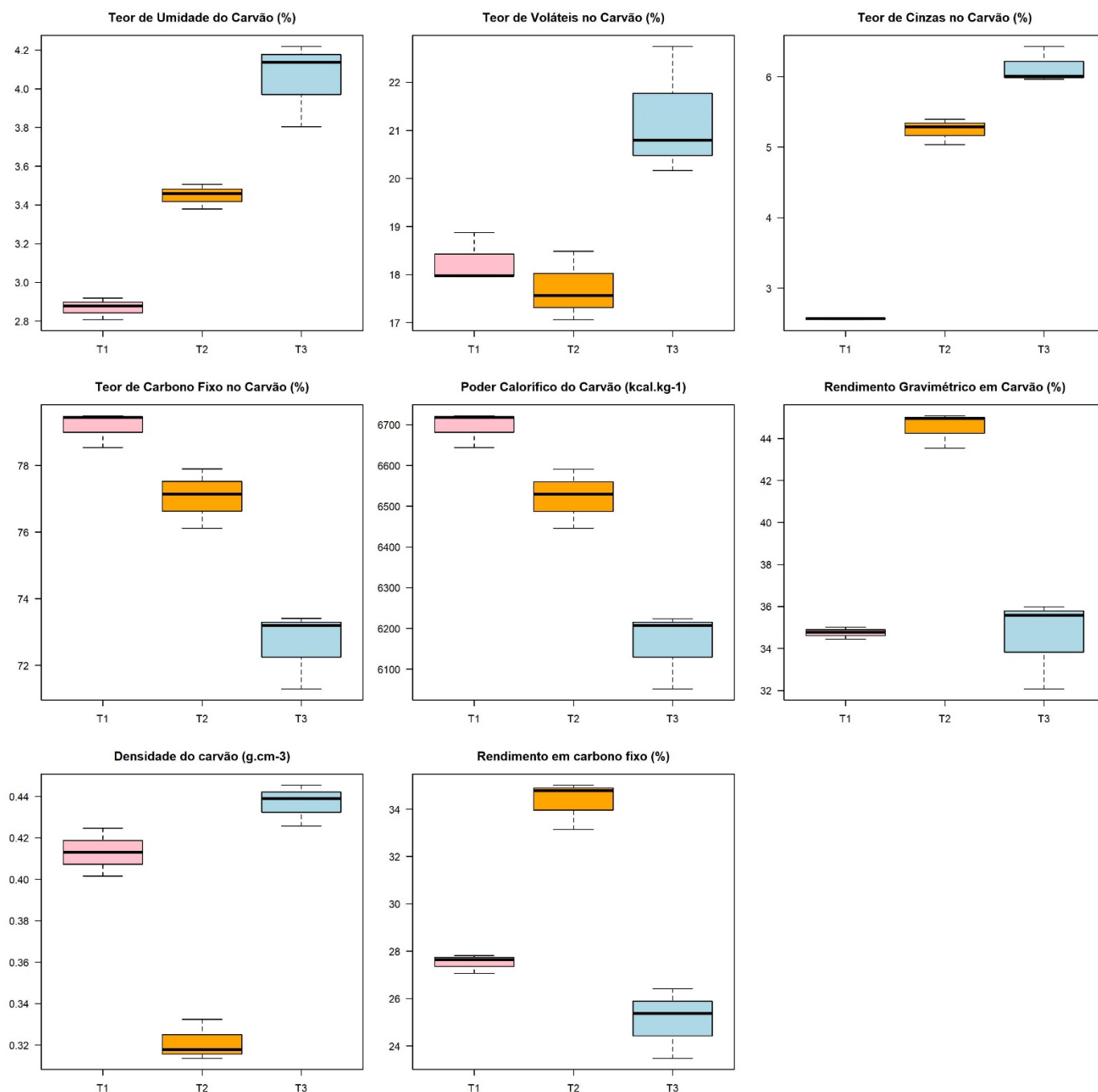


Figura 2. Boxplot demonstrando a diferença nas variáveis energéticas entre os tratamentos carbonizados T1 (ouriço de *Bertholletia excelsa*), T2 (tegumento da castanha de *Bertholletia excelsa*) e T3 (ouriço de *Bertholletia excelsa*).

excelsa) e T3 (ouriço de *Lecythis pisonis*).

4. DISCUSSÃO

Os teores de materiais voláteis e carbono fixo observados são semelhantes à NOGUEIRA et al. (2014) ao estudarem também carvão do ouriço da castanha-do-pará produzidos em fornos metálicos do tipo tambor, sem controle de temperatura. Estes autores, entretanto, observaram teor de cinzas de apenas 0,87%, ou seja, 33% menor do que o presente estudo.

O rendimento gravimétrico em carvão dos ouriços foi alto quando comparado à literatura. NOGUEIRA et al. (2014) e ANDRADE et al. (2004) ao avaliarem o rendimento gravimétrico em carvão de resíduos de *Bertholletia excelsa* H.B.K e *Cocos nucifera* L. observaram valores de 25,92% e 32,75%, respectivamente. O rendimento em carvão de tegumento foi ainda mais elevado, superando resultados observados para madeiras tradicionalmente utilizadas para produção de carvão, como *Eucalyptus* com 35 % de rendimento (OLIVEIRA et al., 1989).

O rendimento em carbono fixo é o parâmetro que melhor expressa a qualidade energética da matéria-prima lignocelulósica para a produção de carvão vegetal (VITAL et al., 1989), visto que essa variável envolve características de produtividade e de qualidade, exprimindo o percentual de carbono fixado no carvão em relação ao seu rendimento gravimétrico (RGC) após o processo. Nesse sentido, os resultados evidenciam que o carvão da casca (tegumento) da castanha-do-pará apresentou melhor qualidade, quando comparado com as demais matérias-primas estudadas.

5. CONCLUSÕES

Todos os resíduos avaliados apresentam potencial para uso energético. O resíduo de tegumento de castanha-do-pará apresenta características superiores às relatadas em literatura para outras biomassas.

6. REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de normas técnicas (1997): NBR 7190 – Projetos de estruturas de madeira, Rio de Janeiro, 1997.

Andrade AM, Passos PRA, Marques LGC, Oliveira LB, Vidaurre GB, Rocha JDS. Pirólise de resíduos do coco-da-baía (*Cocos nucifera* linn) e análise do carvão vegetal. Revista Árvore, v. 28, n. 5, pp. 707-714, 2004.

ASTM Standard D1107 – 13 (2013), Standard Test Method for Chemical Analysis of Wood

Charcoal, Philadelphia, USA: American Society for Testing and Materials, 2013.

Dias JMCS, Santos DT, Braga M, Onoyama MM, Miranda CHB, Barbosa PFD, Rocha JD. Embrapa Agroenergia: Produção de briquetes e péletes a partir de resíduos agrícolas, agroindustriais e florestais, In: EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasília, DF, 2012.

Nogueira RM, Ruffato S, Carneiro JS, Pires EM, Álvares VS. Avaliação da Carbonização do Ouriço da Castanha-do-Brasil em Forno Tipo Tambor. Scientific Electronic Archives, v. 6, pp.7-17, 2014.

Oliveira AC, Carneiro ADCO, Vital BR, Almeida W, Pereira BLC, Cardoso MT. Efeito da qualidade da madeira sobre o rendimento e qualidade do carvão de *Eucalyptus grandis*. Revista Árvore, v. 13, n. 1, pp. 85-97, 1989.

Pedrozo EA. et al. Produtos florestais não madeiráveis (PFNMS): as filières do açaí e da castanha da Amazônia. Revista de Administração e Negócios da Amazônia, v. 3, n. 2, 2011.

Protásio TP, Bufalino L, Tonoli GHD, Couto AM, Trugilho PF, Guimarães Júnior M. Relação entre o poder calorífico superior e os componentes elementares e minerais da biomassa vegetal. Pesquisa Florestal Brasileira, v. 31, n. 66, pp. 122-133, 2011.

R CORE TEAM, R: A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, <http://www.R-project.org/>. Acessado em janeiro de 2018.

Santiago FLS, Rezende MA. Aproveitamento de resíduos florestais de *Eucalyptus spp* na indústria de fabricação de celulose para geração de energia térmica e elétrica. Energ. Agric, v. 29, n. 4, pp. 241-253, 2014.

Vital BR, Andrade AM, Valente OF, Campos, JCC. Influência da casca no rendimento e qualidade de carvão vegetal de *Eucalyptus grandis*. Scientia Forestalis, n. 41/42, pp. 44-49, 1989.