



POTENCIALIDADES ENERGÉTICAS DA MADEIRA DE QUATRO ESPÉCIES DE OCORRÊNCIA NA REGIÃO AMAZÔNICA

Jainara Santos Jansen¹; Marilene Nascimento Dias^{1*}; Nathalia Costa Ribeiro¹; Thiago de Paula
Protásio²; Selma Lopes Goulart²

¹ Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Parauapebas/PA, Brasil.

² Docente doutor (a), Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Parauapebas/PA, Brasil.

* e-mail do autor correspondente: maribd1987@gmail.com

Resumo: Objetivou-se com esse trabalho analisar o potencial energético da madeira de quatro espécies nativas da Amazônia, para a produção de bioenergia, a partir das variáveis: densidade básica, poder calorífico superior, umidade, materiais voláteis e teor de cinzas, utilizando as normas da NBR 11.941/2003, NBR 8112/1986 e NBR 8633/1984. O método estatístico utilizado foi delineamento inteiramente casualizado, com posterior análise de variância e teste de médias (Tukey), a um nível de significância de 5%. O jatobá apresentou maior densidade básica (0,8733 g.cm⁻³) e também menor umidade 10,11 %, seguido do angico com 10,31%, a espécie que apresentou maior poder calorífico foi Angico (4849 Kcal/Kg), o Angelim pedra apresentou maior teor de voláteis 80,91% e menor teor de carbono fixo 18,86%, a Muiracatiara obteve 1,04% de teor de cinzas. Conclui-se que, a madeira de Angico possui alto potencial para uso energético, uma vez que apresentou maior poder calorífico em relação as demais espécies e baixo teor de cinzas, bem como consideráveis valores de carbono fixo.

Palavras-chave: biomassa; energia; Amazônia

ENERGY POTENTIALS OF WOOD FROM FOUR SPECIES OF OCCURRENCE IN THE AMAZON REGION

Abstract: The objective of this work was to analyze the energy potential of wood from four species native to the Amazon, for the production of bioenergy, from the variables: basic density, higher calorific value, humidity, volatile materials and ash content, using the norms of the NBR 11.941/2003, NBR 8112/1986 and NBR 8633/1984. The statistical method used was a completely randomized design, with subsequent analysis of variance and test of means (Tukey), at a significance level of 5%. The jatobá presented higher basic density (0.8733 g.cm⁻³) and also lower humidity 10.11%, followed by angico with 10.31%, the species that presented the highest calorific value was Angico (4849 Kcal/Kg), Angelim pedra had the highest volatile content 80.91% and the

lowest fixed carbon content 18.86%, Muiracatiara had 1.04% ash content. It is concluded that Angico wood has a high potential for energy use, since it presented higher calorific value compared to the other species and low ash content, as well as considerable values of fixed carbon.

Keywords: biomass; energy; Amazon

1. INTRODUÇÃO

Em relação as características da madeira que podem interferir na qualidade do carvão, [8], afirma que a densidade da madeira é uma das mais importantes variáveis a ser analisada, visto que, quanto maior for seu valor, proporcionalmente maior será a resistência mecânica do carvão produzido e maiores serão os estoques energéticos e de carbono fixo. Portanto a densidade é um fator que influencia em todos os demais parâmetros que serão importantes no processo de geração de energia através do uso da biomassa vegetal. Outro parâmetro, é teor de cinzas, caracterizado como o resíduo resultante da combustão completa dos componentes orgânicos e inorgânicos processado em altas temperaturas, no entanto, em altas concentrações reduz o poder calorífico da madeira [10].

Outra característica importante de um combustível, especialmente no caso da madeira é o teor de umidade, é importante ressaltar que esse teor varia em função de espécies, outra questão da umidade, é que a água possui um poder calorífico negativo, isto é, é necessário que seja aplicado calor para evapora-la, gastando energia em todo o processo [6]. E por último têm-se o poder calorífico superior da madeira, podendo ser obtido pela queima do material combustível conhecido, medindo-se o calor liberado, portanto, é a quantidade de energia liberada pela combustão de uma unidade de massa da madeira [5].

Objetivou-se com esse trabalho analisar o potencial energético da madeira de quatro espécies nativas da Amazônia, para a produção de bioenergia, a partir das variáveis: densidade básica, poder calorífico superior, umidade, materiais voláteis e teor de cinzas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Material proveniente do Polo Moveleiro de Parauapebas, situado no sudeste do Pará, sob coordenadas latitude 06° 03' 30" sul e longitude 49° 55' 15" oeste. Selecionado quatro espécies nativas da região Amazônica, dos resíduos presentes no local de estudo, conforme importância econômica, *Hymenolobium modestum* Ducke (Angelim pedra), *Anadenanthera columbrina* (Vell.) Brenan (Angico), *Hymenaea courbaril* L. (Jatobá), *Astronium leicontei* Ducke (Muiracatiara).

Densidade básica: confeccionados 3 corpos de prova para cada espécie selecionada em

formato retangulares, orientados com dimensões de 2,0 cm x 3,0 cm x 5,0 cm nas direções tangencial, radial e axial, respectivamente, totalizando 12 corpos de prova.

Estes foram saturados em um recipiente com água durante 30 dias, para obtenção do volume de cada corpo de prova, após a saturação, foram levados para a estufa de secagem a uma temperatura de $103 \pm 2^\circ \text{C}$, até alcance de massa constante, e por último utilizou-se balança analítica para a pesagem, conforme recomendações para determinação da densidade básica descritas na norma [2].

Análise imediata: selecionados quatro amostras de cada espécie, transformando-as em palitos e moendo em moinho de facas de marca Willey, obtendo 10g de serragem. Procedimento sequencial, obteve-se: teor de umidade, materiais voláteis e cinzas, conforme descrições contidas na norma [1], com exceção do poder calorífico que foi obtido conforme a metodologia descrita na [3].

Determinação do teor de umidade: obtenção do teor de umidade a base seca, pesou-se 2g de serragem de cada espécie para obtenção do peso úmido, em cadinhos previamente incinerados e posteriormente levou-se à estufa a uma temperatura de $103^\circ \text{C} \pm 2$, até que a massa da amostra permanecesse constante, após 24h as amostras foram novamente pesadas, armazenadas em um dessecador onde determinou-se a massa final.

Materiais voláteis, cinzas e carbono fixo: determinou-se o teor de materiais voláteis pelo aquecimento da madeira, a 950°C , em forno mufla. O teor de cinzas determinado após a madeira sofrer combustão completa, onde as mesmas amostras permaneceram no forno a 650°C , durante 6 horas. A massa de cinzas em relação à massa da madeira seca é caracterizada como o teor de cinzas. O teor de carbono fixo foi calculado pela soma dos teores de materiais voláteis e cinzas decrescida de 100.

Poder calorífico superior: utilizou-se bomba calorimétrica para a obtenção dos valores de poder calorífico superior, seguindo as recomendações descritas na norma [3].

O experimento foi conduzido conforme um delineamento inteiramente casualizado, onde os dados foram submetidos ao teste de homogeneidade das variâncias (Bartlett) e posteriormente prosseguiu-se com a análise variância (ANOVA), e quando estabelecidas diferenças significativas, os tratamentos foram comparados entre si, por meio do teste de Tukey a um nível de confiança de 95%. A estatística foi realizada no Microsoft office (excel), com o uso da ferramenta *free Action Stat*.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Densidade da madeira: os valores médios observados das quatro espécies nativas analisadas, em que o Jatobá apresentou maior densidade e que diferiu estatisticamente das outras espécies, apresentando densidade de ($0,8733 \text{ g.cm}^{-3}$), seguido da Muiracatiara ($0,7533 \text{ g.cm}^{-3}$), Angico ($0,7500 \text{ g.cm}^{-3}$), e Angelim Pedra ($0,6200 \text{ g.cm}^{-3}$). Esse resultado expressa a variabilidade entre as espécies quanto a este quesito.

O teor de umidade médio encontrado para as espécies foi de 10,11% para o Jatobá, 10,31% para o Angico, 12,12% para a Muiracatiara, e 10,33% para o Angelim Pedra, os valores apresentarem diferença estatística conforme foi expresso no teste de médias de Tukey, onde o Jatobá, Angico e Angelim pedra diferiram da Muiracatiara que apresentou um teor de umidade mais elevado. Os valores médios encontrados foram satisfatórios visto que, [4], afirma que o valor ideal de umidade para queima é de 20%, sendo percentuais maiores um adendo, para o processo de combustão.

Poder Calorífico Superior: conforme os dados obtidos através do teste Tukey, a espécie que apresentou o maior PCS foi o Angico (4849 Kcal/Kg), diferindo estatisticamente do Angelim pedra (4655,5 kcal/kg) e não diferindo das demais, seguido da Muiracatiara (4811,5 kcal/kg) que não apresentou diferença significativa.

Análise química imediata, realizado o teste de homogeneidade de variância (teste de Bartlett) para as variáveis a um nível de significância de 5% e posterior análise de variância (ANOVA), seguido do teste de médias. Para os teores de materiais voláteis, a espécie que apresentou maiores valores foram o Angelim pedra 80,91% e Angico 79,22%, e menores valores para Muiracatiara com 73,76% e Jatobá 76,44%, havendo diferença estatística entre elas. Por serem variáveis inversamente proporcionais, as madeiras das espécies Angelim pedra e Angico apresentaram menores valores de carbono fixo 18,86% e 20,56%, respectivamente, enquanto o jatobá e Muiracatiara apresentaram 23,13% e 25,20%.

O teor de cinzas presente, sendo os maiores valores obtidos para Muiracatiara e Jatobá, 1,04% e 0,42% respectivamente, diferindo estatisticamente entre si e das demais, e menores valores obtidos para angelim pedra e angico, 0,22% e 0,21%, respectivamente e não diferiram entre si. [9] afirma que alto teores de cinzas afetam negativamente o poder calorífico da madeira, verificando que algumas espécies foram afetadas pelos teores de cinzas, em especial o Jatobá, seguido da Muiracatiara.

4. CONCLUSÃO

O Angico possui alto potencial para uso energético e apresentou maior poder calorífico em

relação as demais espécies, baixo teor de cinzas e consideráveis valores de carbono fixo, o Jatobá apesar de ter densidade alta, está entre as espécies com menor poder calorífico superior e maiores teores de cinzas, a Muiracatiara apesar de ter apresentado poder calorífico desejável, os teores de cinzas constaram acima de 1% e o Angelim pedra por apresentar altos valores de materiais voláteis e poder calorífico relativamente baixo comparado com as demais espécies, o seu uso é indicado no processo de gaseificação para uso em motores estacionários.

5. REFERÊNCIAS

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8112: Carvão vegetal – Análise imediata. Outubro, 1986.
- [2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 11941: Madeira: Determinação da densidade básica. Rio de Janeiro: ABNT, 2003, 6 p.
- [3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 8633: Carvão vegetal - determinação do poder calorífico - Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1984.
- [4] Farinhaque, R. Influência da umidade no poder calorífico da madeira de bracatinga (*Mimosa scrabella*, Benth) e aspectos gerais de combustão. Curitiba: FUPEF, 1981. 14p. Série Técnica.
- [5] Jara, E. R. P. O poder calorífico de algumas madeiras que ocorrem no Brasil. São Paulo: IPI, 1989.6 p (IPI. Comunicação técnica, 1797)
- [6] Menezes, S. J. M. Poder calorífico e análise imediata da maravalha de pinus (*Pinus Sp*) e Araucária (*Araucaria Angustifolia*) de reflorestamento como resíduos de madeireira. 2013.65 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Energia na Agricultura) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2013.
- [8] Protásio, T. P. et., al. Qualidade da madeira e do carvão vegetal oriundos de floresta plantada em Minas Gerais. Colombo, Lavras v. 34, n. 78, p. 111-123, 2014.
- [9] Santos, R. C. et al. Potencial energético da madeira de espécies oriundas de plano de manejo florestal no estado do Rio Grande do Norte. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 23, n. 2, p.

491-502, abr.-jun., 2013.

- [10] Vieira, C. A. Caracterização da biomassa proveniente de resíduos agrícolas. UNIOESTE - Programa de Pós-Graduação em Energia na Agricultura. Paraná. 2012.