

## QUALIDADE DA MADEIRA DE RESÍDUOS DO MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL VISANDO A PRODUÇÃO DE CARVÃO VEGETAL SIDERÚRGICO

Sindy Daniela Ferreira Sozinho<sup>1\*</sup>; Elvis Vieira dos Santos<sup>1</sup>; Eidy Regina Oliveira da Silva<sup>1</sup>; Eliana Martins de Sousa<sup>1</sup>; Michael Douglas Roque Lima<sup>2</sup>; Thiago de Paula Protásio<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Parauapebas/PA, Brasil.

<sup>2</sup> Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), Imperatriz/MA, Brasil.

\* e-mail do autor correspondente: [sindydaniela14@gmail.com](mailto:sindydaniela14@gmail.com)

**Resumo:** O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade de resíduos do manejo florestal sustentável para produção de carvão vegetal siderúrgico. A coleta das amostras foi realizada na unidade de produção de carvão vegetal da Fazenda Rio Capim – PA, Brasil. Para o estudo, foram amostradas nove espécies tropicais de madeira de baixa, média e alta densidade básica. Nas madeiras foram avaliadas a umidade e densidade básica. As madeiras que apresentaram maior e menor umidade foram *Alexa grandiflora* (46,02%) e *Pipitadea gonoacantha* (21,17%). As madeiras com maior e menor densidade foi *Manilkara elata* (0,89 g/cm<sup>3</sup>) e *Parkia spp.* (0,48g/cm<sup>3</sup>). A espécie *Manilkara elata* apresentou melhores características da madeira visando a produção de carvão vegetal.

**Palavras-chave:** Coprodutos; Densidade Básica; Umidade.

## WOOD QUALITY FROM SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT WASTES FOR THE PRODUCTION OF STEELMAKING CHARCOAL

**Abstract:** The present work aimed to evaluate the quality of wastes from sustainable forest management for the production of steelmaking charcoal. The collection of samples was carried out in the charcoal production unit, Fazenda Rio Capim - PA, Brazil. For the study, wood samples were collected from nine tropical species of low, medium, and high basic density.. Moisture and basic density were the wood properties evaluated.. The woods that presented the highest and lowest moisture were *Alexa grandiflora* (46,02%) and *Pipitadea gonoacantha* (21,17%). The woods with the highest and lowest basic density were *Manilkara elata* (0,89 g/cm<sup>3</sup>) and *Parkia spp.* (0,48g/cm<sup>3</sup>). The species *Manilkara elata* showed better wood characteristics for charcoal production.

**Keywords:** Coproducts; Basic Density; Moisture.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil desde o período colonial faz a utilização da madeira para fins energéticos, sendo o país que se destaca pela produção e consumo de carvão vegetal no mundo. Essa produção tenta suprir a demanda dos setores da indústria brasileira, tendo a indústria siderúrgica como sua principal consumidora. O [1] registrou a produção de 6.126.000 milhões de toneladas de carvão vegetal no Brasil no ano de 2020, sendo que os setores de ferro-gusa e aço consumiram cerca de 71,56% dessa produção, equivalentes a 4.448.000 toneladas.

O carvão vegetal por ser isento de fósforo e enxofre é considerado ideal na produção de ferro-gusa [2]. Por ter um baixo teor de cinzas e por ser de uma fonte renovável, apresenta vantagens em relação ao uso do carvão mineral. Devido a grande demanda, principalmente pelo setor siderúrgico, a tecnologia para a sua produção tem sido cada vez mais utilizada no Brasil [3].

O uso do carvão vegetal produzido por resíduos do manejo florestal sustentável madereiro é considerado uma boa alternativa para a redução do desmatamento e desperdício de recursos naturais, já que a Amazônia é um destaque se tratando da grande diversidade de flora, além de também contribuir para o abastecimento de madeira para o resto do país. Sendo um combustível renovável e de energia limpa [4], o carvão vegetal de resíduos surgem como alternativas sustentáveis para subsidiar um polo siderúrgico localizado em uma região cuja área com reflorestamento com eucalipto é incipiente.

O estudo da qualidade da madeira visando a produção de energia é relevante, pois influenciam diretamente na qualidade e produção do carvão [5]. Além da madeira, características do processo de carbonização contribuem na qualidade do bioredutor siderúrgico. Na literatura [6], é citado que a qualidade e a quantidade de carvão produzida é influenciada pela matéria prima de origem, especialmente por suas características físicas, químicas e anatômicas. Assim, o objetivo desse estudo foi investigar as características físicas de resíduos madeireiros do manejo florestal sustentável visando o uso energético.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Área de estudo

As madeiras utilizadas nesse estudo foram obtidas no pátio de estocagem de resíduos da unidade de produção de carvão vegetal (UPC) da Fazenda Rio Capim ( $3^{\circ} 39' 13,40''$  S e  $48^{\circ} 50' 16,90''$  O), cidade de Paragominas-PA. Essa propriedade é do Grupo Keilla e a atividade de carvoejamento foi previamente licenciada pela Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará (SEMAS - PA).

## 2.2. Identificação e seleção de resíduos madeireiros

Foram selecionados resíduos madeireiros de nove espécies provenientes do manejo florestal sustentável de alta, média e baixa densidade. As espécies selecionadas foram *Dinizia excelsa*, *Manilkara elata*, *Licania* spp., *Caryocar glabrum*, *Lecythis pisonis*, *Piptadenia gonoacantha*, *Parkia* spp., *Alexa grandiflora* e *Anacardium giganteum*. Durante o traçamento do material, foi feita a amostragem das madeiras visando subsidiar suas análises físicas e identificação das espécies. Os corpos de prova foram encaminhados para Xiloteca do Laboratório de Botânica da Embrapa Amazônia Oriental localizada em Belém, Pará. Com base no laudo emitido pela Embrapa, as espécies encontram-se descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Espécies amostradas para carbonização nos fornos de alvenaria da Unidade de Produção de Carvão Vegetal da Fazenda Rio Capim, Paragominas, Pará.

Código	Nome comercial	Nome científico	Família
AN	Angelim-vermelho	<i>Dinizia excelsa</i> Ducke	Leguminosae
MC	Maçaranduba	<i>Manilkara elata</i> (Allemão ex Miq.) Monach.	Sapotaceae
CS	Casca-seca	<i>Licania</i> spp.	Chrysobalanaceae
SP	Sapucaia	<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	Lecythidaceae
PQ	Piquiá	<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	Caryocaraceae
TB	Timborana	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	Leguminosae
CJ	Caju-açu	<i>Anacardium giganteum</i> W.Hancock ex Engl.	Anacardiaceae
FA	Faveira	<i>Parkia</i> spp.	Leguminosae
ME	Melancieira	<i>Alexa grandiflora</i> Ducke	Leguminosae

## 2.3. Amostragem

De cada árvore foram retirados seis toretes com média de 30 cm de comprimento para a carbonização. Foram retirados ao longo do fuste três discos com aproximadamente 5 cm de espessura. Dos discos cortados foram retirados corpos de prova com as dimensões de 7x7x5 cm para determinação da umidade na base seca (Ubs). Para a densidade básica (Db) da madeira, o método utilizado foi o de imersão em água [7].

## 2.4. Análises estatísticas

As análises desse estudo foram de caráter descritivo, calculando média e desvio padrão. Além disso foi realizado o teste de correlação de Pearson ( $p \leq 0,05$ ), para verificar o grau de associação entre a Ubs e Db das madeiras residuais.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As menores Ubs foram reportadas para as espécies *Manilkara elata* ( $36,14\% \pm 2,20$ ), *Licania spp.* ( $41,17\% \pm 0,66$ ) e *Pipitadea gonoacantha* ( $26,86 \pm 0,64$ ). Maiores valores de Ubs foram registrados para *Anacardium giganteum* ( $81,95\% \pm 4,16$ ) e *Alexa grandiflora*, ( $85,39 \pm 5,25$ ). A carbonização de madeira com alta Ubs implicará em maior gasto de energia na secagem durante a pírolise lenta [8]. A Figura 1 correlaciona a Ubs com Db dos resíduos. Houve correlação entre a Ubs e Db ( $r = -0,72$ ). É possível observar que as espécies com Db abaixo de  $0,7 \text{ g/cm}^3$  obtiveram maior Ubs e maior dispersão dos valores dos dados dentro da espécie.

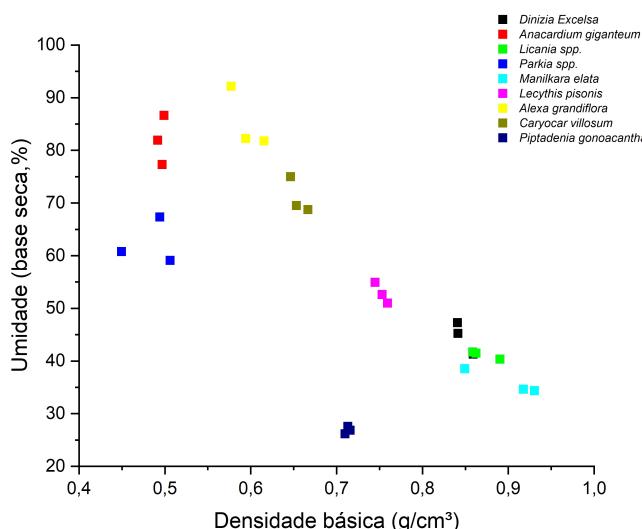


Figura 1: Correlação entre umidade (Ubs) e densidade básica (Db) das madeiras residuais.

Para produção de carvão vegetal, madeiras com  $Db > 0,5 \text{ g/cm}^3$  são consideradas adequadas [9], visto que na carbonização, cerca de 60% da massa da madeira é perdida. Assim, quanto maior a Db da madeira, maior a massa de carvão vegetal produzida para um determinado volume, além de proporcionar uma maior resistência mecânica [10].

### 4. CONCLUSÕES

As madeiras que apresentaram maior e menor Ubs, respectivamente, foram *Alexa grandiflora* e a *Pipitadea gonoacantha*. A madeira com maior Db foi *Manilkara elata*. As

espécies *Manilkara elata*, *Licania* spp. e *Dinizia excelsa* apresentam qualidade adequada para a produção de carvão vegetal siderúrgico.

## 5. REFERÊNCIAS

- [1] Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Balanço Energético Nacional 2021: 2021.268p . 2021
- [2] Vital, M. H. F.; Pinto, M. A. C. Condições para a sustentabilidade da produção de carvão vegetal para fabricação de ferro-gusa no Brasil. BNDES Setorial. 2009; 30: 237-297.
- [3] Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (ABRAF). Anuário estatístico da ABRAF 2011. 130p. 2010
- [4] Uhlig, A.; Goldemberg, J.; Coelho, S. T. O uso de carvão vegetal na indústria siderúrgica brasileira e o impacto sobre as mudanças climáticas. Revista brasileira de energia. 2008; 14 (2): 67-85.
- [5] Neves, T. A.; Protásio, T. de P.; Couto, A. M.; Trugilho, P. F.; Silva, V. O.; Vieira, C. M. M. Avaliação de clones de *Eucalyptus* em diferentes locais visando à produção de carvão vegetal. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo. 2011; 31 (68): 319-330.
- [6] Trugilho, P. F.; Silva, J. R. M.; Mori, F. A.; Lima, J. T.; Mendes, L. M.; Mendes, L. F. B. Rendimentos e características do carvão vegetal em função da posição radial de amostragem em clones de *Eucalyptus*. Revista Cerne. 2005; 11 (2): 178-186.
- [7] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 11941: Madeira – determinação da densidade básica. 2003; 6.
- [8] Lima, M. D. R.; Patrício, E. P. S.; Barros Junior, U. O.; Assis, M. R.; Xavier, C. N.; Bufalino, L.; Trugilho, P. F.; Hein, P. R. G.; Protásio, T. P. Logging wastes from sustainable forest management as alternative fuels for thermochemical conversion systems in Brazilian Amazon. Biomass and Bioenergy. 2020; 140: 105-660.
- [9] Trugilho, P. F.; Lima, J. T.; Mori, F. A.; Lino, A. L. Avaliação de clones de *Eucalyptus* para a produção de carvão vegetal. Cerne. 2001; 7 (2): 114-201.
- [10] Santos, R. C.; Carneiro, A. C. O.; Castro, A. F. M.; Castro, R. V. O.; Bianche, J. J.; Souza, M. M.; Cardoso, M. T. Correlações entre os parâmetros de qualidade da madeira e do carvão vegetal de clones de eucalipto. Scientia Forestalis. 2011; 39 (90): 221-230.