

## RENDIMENTO EM CARVÃO VEGETAL DAS ESPÉCIES DE MANGUE DA RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA CAETÉ-TAPERACU, BRAGANÇA - PARÁ

Rick Vasconcelos Gama<sup>1\*</sup>; Anne Caroline Malta da Costa<sup>1</sup>; Madson Lucas Galvão de Brito<sup>2</sup>; João Rodrigo Coimbra Nobre<sup>1</sup>; Elias Costa de Souza<sup>1</sup>; Iedo Souza Santos<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Engenharia Florestal, Universidade do Estado do Pará (UEPA).

<sup>2</sup> Laboratório de Ecologia de Manguezal, Universidade Federal do Pará (UFPA).

\* e-mail do autor correspondente: rick.gama@aluno.uepa.br

**Resumo:** Os manguezais do Estado do Pará são formados por três espécies arbóreas: *Rhizophora mangle* L., *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. e *Avicennia germinans* (L.) Stearn. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o rendimento gravimétrico dessas três espécies de mangue que ocorrem na Reserva Extrativista Marinha Caeté-Taperaçu, Bragança – Pará. De cada espécie foram coletadas amostras de cinco árvores obtendo quatro discos de cada espécie. A carbonização foi realizada em um forno elétrico (mufla) adaptado para conseguir obter o rendimento em gases condensáveis. Para comparação estatística foi utilizado o software SISVAR, utilizando o Scott-Knott a 5% de significância. A espécie *L. racemosa* destaca-se para entre as demais, para a produção desse biocombustível, obtendo o valor médio de 32,75%, o maior valor de rendimento gravimétrico. Os rendimentos em líquidos e gases não apresentaram diferente entre as espécies. Além do rendimento gravimétrico, outras análises são importantes para avaliar a qualidade do biocombustível, assim, com a realização de outras análises químicas e energéticas será possível definir qual o melhor carvão para uso energético.

**Palavras-chaves:** Manguezal; Carbonização; Rendimento sólido e líquido.

## CHARCOAL YIELD OF MANGROVE SPECIES FROM THE CAETÉ-TAPERACU MARINE EXTRACTIVE RESERVE, BRAGANÇA - PARÁ

**Abstract:** Mangroves in the State of Pará are formed by three tree species: *Rhizophora mangle* L., *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. and *Avicennia germinans* (L.) Stearn. The objective of the present work was to evaluate the gravimetric yield of these three mangrove species that occur in the Caeté-Taperaçu Marine Extractive Reserve, Bragança - Pará. Samples of five trees were collected from each species, obtaining four disks of each species. The carbonization was carried out in an electric furnace (muffle) adapted to obtain the yield in condensable gases. For statistical comparison, the SISVAR software was used, using the Scott-Knott at 5% significance. The species *L. racemosa* stands out among the others, for the production of this biofuel, obtaining an average value of 32.75%, the highest value of gravimetric yield. Yields in liquids and gases did not differ

between species. In addition to the gravimetric yield, other analyzes are important to assess the quality of the biofuel, thus, with the performance of other chemical and energy analyses, it will be possible to define the best coal for energy use.

**Keywords:** Mangrove; Carbonization; Solid yield

## 1. INTRODUÇÃO

Os manguezais do Estado do Pará são formados por três espécies arbóreas: *Rhizophora mangle* L., *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. e *Avicennia germinans* (L.) Stearn, sendo essas amplamente utilizadas pelas comunidades costeiras, o que representa uma fonte vital para a sua subsistência diária [1; 2; 3]. A madeira dessas três espécies de mangue é utilizada na produção de lenha para fabricação de farinha de mandioca, bem como para fabricação de carvão vegetal para uso doméstico e comercialização [4].

Diante disso, o presente trabalho tem o objetivo analisar o rendimento gravimétrico dos produtos da carbonização das espécies de *Rhizophora mangle*; *Laguncularia racemosa* e *Avicennia germinans* no intuito de avaliar a variação do rendimento em carvão no sentido axial.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Local de estudo

A península bragantina está localizada na região nordeste do Estado do Pará. O clima dessa região é quente e úmido e, considerando a série dos últimos 40 anos, a temperatura média anual é de 26,5 °C, com precipitação anual e umidade relativa do ar média de 2.348,5 mm e 85%, respectivamente [5].

### 2.2 Obtenção e preparo de amostras

As espécies utilizadas foram *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia germinans*, e um total de cinco árvores de cada espécie foram cortadas, de acordo com a Licença MMA/ICMBIO/SISBIO nº 42900-4.

Para as análises foram retiradas amostras de discos de 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial do fuste de cinco árvores de cada espécie, que foram direcionados ao Laboratório Multiusuário de Engenharia Florestal da UEPA – Paragominas/PA. Os discos foram demarcados e cortado corpos de prova nas dimensões de 2x3x5cm segundo a NBR 7190/1997 [6] para as análises de rendimentos da produção de carvão vegetal em laboratório. Desta forma gerou-se 41, 83 e 58 copos de prova para as espécies *L. racemosa*, *A. germinans*, *R. mangle* respectivamente, que durante o processo de carbonização foram separadas por disco.

### 2.3 Carbonização e rendimentos

A madeira foi carbonizada em um forno elétrico laboratorial (mufla), a uma taxa de aquecimento de  $1,67\text{ }^{\circ}\text{C min}^{-1}$  e temperatura final de  $450\text{ }^{\circ}\text{C}$ , permanecendo estabilizada por 30 min. O tempo total de carbonização foi de 4 horas [7; 8]. Foram determinados o rendimento gravimétrico, rendimento líquido pirolenhoso e rendimento em gases não condensáveis. O líquido pirolenhoso foi coletado em um recipiente de peso conhecido, e foi pesado antes e depois da carbonização.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando se considera os aspectos produtivos do carvão vegetal geralmente é desejável uma matéria prima com um elevado rendimento gravimétrico, sendo favorável para produção em fornos de carbonização e, conseqüentemente, maior produção de energia e menores rendimentos líquidos e gases não condensáveis, que são os subprodutos da carbonização [9; 10].

Dessa forma, como podemos observar na Tabela 1, a espécie *L. racemosa* destaca-se para entre as demais, para a produção desse biocombustível, obtendo o valor médio de 32,75%, o maior valor de rendimento gravimétrico. Todavia, para uma indicação mais rigorosa indica-se a avaliação de parâmetros físicos e químicos desse material, se tornando indispensável para tal distinção.

Quanto aos rendimentos em líquido e gases não condensáveis, os diferentes tratamentos não diferiram entre si estatisticamente. O aumento na produção de líquido pirolenhoso e em gases não condensáveis está diretamente ligado à temperatura de carbonização, que com o seu aumento prejudica o rendimento gravimétrico do carvão vegetal e gera um aumento no teor de carbono fixo [11; 12; 13]. A constituição química da madeira, como a holocelulose afeta os rendimentos em líquido pirolenhoso e gases não condensáveis [14].

**Tabela 1:** Valores médios dos rendimentos gravimétrico em carvão, líquido pirolenhoso e gases não condensáveis.

| ESPÉCIE             | RS (%)                 | RL (%)                  | RG (%)                 |
|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| <i>R. mangle</i>    | 29,06 b* (0,58) (2,01) | 38,98 a (6,81) (17,47)  | 31,95 a (3,67) (19,95) |
| <i>A. germinans</i> | 29,72 b (1,48) (5)     | 35,16 a (3,37) (9,58)   | 35,11 a (3,75) (10,68) |
| <i>L. racemosa</i>  | 32,75 a (0,81) (2,47)  | 30,05 a (10,05) (34,57) | 37,20 a (10,27) (27,6) |

RS (%): Rendimento em carvão (sólidos); RL (%): Rendimento em líquido (gases condensáveis); RG (%): Rendimento em gases não condensáveis. \*Médias seguidas pela mesma letra ao longo da mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. Entre parêntesis desvio-padrão e coeficiente de variação em (%), respectivamente.

A Figura 1 apresenta a variação do rendimento em carvão de acordo com a posição axial, O rendimento gravimétrico entre a base e o topo diferiram entre si ao nível de 5% de probabilidade, para as espécies de *R. mangle* e *A. germinans*, na espécie *L. racemosa* não foi constada diferença. O percentual de rendimento do carvão obtido com madeira da base foi 1,21% a 2,59% maior que o obtido com madeira do topo.

Esse padrão de perda no sentido base-topo é encontrado por diversos autores, onde constataram

perda de até 100% do rendimento gravimétrico para clones de *Eucalyptus* spp [20] isso se dá pela heterogeneidade do material lenhoso, que diferenciam nos parâmetros físicos e químicos da madeira como, por exemplo, a densidade e teor de holocelulose, sendo um problema para a produção homogênea.

**Figura 1:** Valores médios dos rendimentos gravimétrico (%) em carvão vegetal dos discos da base e do topo de cada espécie. \*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. Entre parêntesis coeficiente de variação em (%).

#### 4. CONCLUSÕES

A espécie que apresentou maior rendimento em carvão vegetal foi a *L. racemosa* com 32,75 %. Também foi observada uma homogeneidade nos rendimentos no sentido axial, onde os dados não diferiram estatisticamente entre as duas posições avaliadas. Os rendimentos em líquidos e gases não apresentaram diferente entre as espécies.

Além do rendimento gravimétrico, outras análises são importantes para avaliar a qualidade do biocombustível, assim, com a realização de outras análises químicas e energéticas será possível definir qual o melhor carvão para uso energético.

#### 5. REFERÊNCIAS

- [1] FAO, 2007. The world's mangroves 1980-2005. FAO For. Pap. 153, 89.
- [2] MENEZES, M.P.M., BERGER, U., MEHLIG, U. Mangrove vegetation in Amazonia: a review of studies from the coast of Pará and Maranhão States, north Brazil. Acta Amaz. 38: 403–420. 2008.
- [3] ABREU, M.M.O. et al. Vegetação arbórea: Distribuição Espacial. In: Os Manguezais da Costa Norte Brasileira. 3ª edição. Gráfica e Editora Santa Cruz. Bragança, Pará. p. 35. 2016.
- [4] FERNANDES M.E.B.; OLIVEIRA, F.P.; EYZAGUIRRE I.A.L. Mangroves on the Brazilian Amazon Coast: Uses and Rehabilitation. In: Makowski C., Finkl C. (eds) Threats to Mangrove Forests. Coastal Research Library, vol 25. Springer, Cham. 2018.

- [5] INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Mapa das condições ano de 2020. Brasília – DF. Disponível em: <https://tempo.inmet.gov.br/CondicoesRegistradas>. Acesso em: 31 de agosto de 2021.
- [6] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 7190 Projeto de Estruturas de Madeiras. Comissão de Estudo de Estruturas de Madeiras. Rio de Janeiro, 1997.
- [7] BOTREL, M. C. G. et al. Melhoramento genético das propriedades do carvão vegetal de *Eucalyptus*. Revista Árvore, Viçosa, MG, v. 31, n. 3, p. 391-398, 2007.
- [8] NEVES, T. A. et al. Avaliação de clones de *Eucalyptus* em diferentes locais visando à produção de carvão vegetal. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, v. 31, n. 68, p. 319 – 330, 2011.
- [9] PROTÁSIO, T. P. et al. Relação entre o poder calorífico superior e os componentes elementares e minerais da biomassa vegetal. Pesquisa Florestal Brasileira. v. 31, n. 66, p. 122 -133, 2011.
- [10] TRUGILHO, P. F. et al. Rendimentos e características do carvão vegetal em função da posição radial de amostragem em clones de *Eucalyptus*. Cerne, v. 11, n. 2, p. 178-186, 2005.
- [11] DEMIRBAS, A. Combustion characteristics of different biomass fuels. Progress in Energy and Combustion Science. v. 30, n. 2, p. 219-230, 2004.
- [12] TRUGILHO, P.F.; SILVA, D.A. Influência da temperatura final de carbonização nas características físicas e químicas do carvão vegetal de jatobá (*Himenea courbaril* L.). Scientia Agraria. v. 2, n. 1-2, p. 45-53, 2001.
- [13] VALENTE, O. et al. Efeito da temperatura de carbonização nos rendimentos e propriedades do carvão vegetal produzido. Revista Árvore. MG, v. 9, n. 2, p. 26-39, 1985.
- [14] ASSIS, M. R. et al. Qualidade e rendimento do carvão vegetal de um clone híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. Brazilian Journal of Forestry Research. v. 32, n. 71, p. 291-302, 2012.
- [15] ARANTES, M.D.C. et al. Características do carvão de um clone de *Eucalyptus grandis* W. Hill Maiden x *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. Revista Cerne, v. 19, n. 3, p. 423-431, 2013.