



# VCBCTEM

CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA  
E TECNOLOGIA DA MADEIRA

## PRODUÇÃO DE CARVÃO VEGETAL DE RESÍDUOS DO MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL NA AMAZÔNIA

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

Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém/PA, Brasil.

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

**Resumo:** Este estudo teve como objetivo avaliar métricas da produção de carvão vegetal de resíduos do manejo florestal sustentável para finalidade industrial e doméstica na Amazônia. Foram selecionados resíduos madeireiros de dez espécies na forma de toretes de 30 cm de comprimento. As amostras foram cubadas e, posteriormente, cobertas com tela hexagonal metálica junto com uma placa de zinco para identificação após a carbonização da madeira. As espécies *Licania* spp. e *Dinizia excelsa* apresentaram os maiores rendimentos gravimétricos em carvão e menores valores de consumo específico, características desejáveis para as unidades de produção de carvão vegetal visando atender as finalidades industrial e doméstica.

**Palavras-chave:** Energia da Biomassa; Siderurgia; madeiras amazônicas.

## CHARCOAL PRODUCTION FROM SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT WASTE FOR INDUSTRIAL AND DOMESTIC SUPPLIES IN AMAZONIA

**Abstract:** This study aimed to evaluate the metrics of charcoal production from sustainable forest management wastes for industrial and domestic purposes in Amazonia. Wood wastes of ten species were selected in the form of logs of 30 cm in length, the samples were cubed and, later, wrapped with a hexagonal screen together with a zinc plate for identification after the carbonization of the wood. The species *Licania* spp. and *Dinizia excelsa* presented the highest averages of gravimetric yield and lowest values of specific consumption, satisfactory characteristics for production aiming for industrial and domestic use.

**Keywords:** Biomass Energy; Steel industry; Amazonian species.

## **1. INTRODUÇÃO**

Estima-se que para cada 1 tonelada de madeira extraída em planos de manejo certificados na Amazônia, são geradas 2,14 toneladas de resíduos [1]. Em relação à produção de carvão vegetal, o Brasil é o líder mundial, responsável por 4,6 milhões de toneladas anuais, o que corresponde a 12% de toda produção global [2].

Lima et al. [3] destacam o potencial energético dessas biomassas residuais, desde que seu uso seja baseado em critérios de segregação visando à obtenção de matéria-prima mais homogênea para produção de carvão vegetal. Assim, faz-se necessário o melhor entendimento do comportamento do carvão vegetal frente às variáveis da carbonização e de como as suas propriedades estão correlacionadas.

O carvão vegetal oriundo dos resíduos florestais gerados durante o manejo florestal certificado pode ser utilizado para produção de energia elétrica em comunidades remotas na Amazônia [4] e no suprimento de alto fornos siderúrgicos para redução do minério de ferro no segundo maior polo siderúrgico do Brasil, o Polo de Carajás, localizado entre os estados do Maranhão e Pará [5].

Na região do Carajás, a produção de carvão vegetal é conduzida de forma empírica e, conseqüentemente, o rendimento gravimétrico da conversão é insatisfatório (< 25%, base úmida) e a qualidade do biorredutor não é passível de controle [6].

Este estudo teve como objetivo avaliar métricas da produção de carvão vegetal de resíduos do manejo florestal sustentável para finalidade industrial e doméstica na Amazônia.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Área de estudo**

A coleta das amostras de madeiras residuais foi realizada na unidade de produção de carvão vegetal (UPC) da Fazenda Rio Capim (3° 39' 13,40" S e 48° 50 ' 16,90 " O), operando sob licença fornecida pela Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará (SEMAS - PA) na propriedade da empresa CKBV Florestal Ltda., em Paragominas estado do Pará.

### **2.2. Identificação e seleção de resíduos madeireiros**

Foram selecionados resíduos madeireiros de dez espécies provenientes do manejo florestal sustentável. Durante o seccionamento do material foi feita a amostragem das madeiras visando

subsidiar a identificação das espécies. Os corpos de prova foram encaminhados para Xiloteca do Laboratório de Botânica da Embrapa Amazônia Oriental localizada em Belém, Pará. As espécies estudadas 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.

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

### 2.3. Produção e armazenamento dos carvões vegetais produzidos em fornos de alvenaria

Para carbonização da madeira foram utilizados toretes de 30 cm de comprimento. As amostras foram pesadas e cubadas e, posteriormente, envolvidas com tela metálica hexagonal junto com uma placa de zinco para identificação antes e após a carbonização.

Em seguida, as amostras foram acondicionadas no centro dos fornos do tipo rabo quente. Os carbonizadores completaram o volume dos fornos com outros toretes e promoveram a ignição da madeira para início do ciclo de carbonização que dura em média 12 dias.

Após aproximadamente 11 dias, os carvões foram retirados dos fornos e pesados.

### 2.4. Rendimentos gravimétrico e consumo específico

O rendimento gravimétrico em carvão (RGC) foi determinado a partir da relação entre a massa seca do carvão e a massa seca da madeira, antes da carbonização e foi mensurado de acordo com a Eq. (1).

$$(1)$$

Em que, RGC é o rendimento gravimétrico em carvão vegetal (%);  $M_{cv}$  é a massa seca de carvão vegetal (g); e  $M_m$  é a massa de madeira seca (g).

O consumo específico de lenha para produção de carvão será calculado utilizando a Eq. (2).

$$(2)$$

Em que. CE: Consumo específico de lenha (m<sup>3</sup>de lenha, ton<sup>-1</sup>de carvão vegetal); VME: Volume de madeira enfiada (m<sup>3</sup>); e MC: Massa de carvão vegetal (ton).

## 2.5 Análises estatísticas

A abordagem estatística utilizada nesse estudo foi descritiva, utilizando de médias aritméticas para as propriedades RGC e CE.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As espécies *P. gonoacantha*, *D. excelsa* e *Licania spp.* apresentaram RGC médios de 30,51%, 28,55% e 27,50 respectivamente, sendo os maiores reportados no estudo. Por outro lado, o menor RGC (19,44%) foi verificado para *A. giganteum* (Tabela 2).

Tabela 2. Densidade básica e médias de rendimento gravimétrico (RGC) e consumo específico de lenha (CE) das espécies.

Espécie	Densidade	CE (m <sup>3</sup> /t)	-RGC (%)
<i>Dinizia excelsa Ducke</i>	Alta	3,46	28,55
<i>Manilkara elata</i>	Alta	4,20	24,56
<i>Licania spp.</i>	Alta	3,28	27,50
<i>Lecythis pisonis</i>	Alta	4,36	22,12
<i>Caryocar villosum</i>	Média	3,76	25,17
<i>Caryocar glabrum</i>	Alta	3,85	23,04
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	Alta	3,64	30,51
<i>Anacardium giganteum</i>	Baixa	5,86	19,44
<i>Parkia spp.</i>	Baixa	5,85	20,31
<i>Alexa grandiflora</i>	baixa	4,35	20,12
Geral	-	4,26	24,13

RGC: Média do Rendimento gravimétrico em carvão; CE: Média do Consumo específico de madeira.

As espécies com maiores valores de RGC foram as mesmas classificadas com alta densidade. Além disso, apresentaram melhores resultados quando ao CE por espécie. É relatado por Silva et al. [8], que na combustão, madeira de elevada densidade implica na redução do CE e aumento da eficiência de conversão energética do reator.

De acordo com Loureiro et al. [9], quanto maior o madeirasse de madeira, menos eficiente é o material genético e maior será o custo de produção do biorredutor. Foi verificado que as espécies com baixa densidade básica (*Anacardium giganteum* e *Parkia spp.*) tiveram as maiores médias CE.

## 4. CONCLUSÕES

*Piptadenia gonoacantha*, *Dinizia excelsa* Ducke e *Licania* spp apresentaram as maiores médias de rendimento gravimétrico e menores valores de consumo específico, características desejáveis para as unidades de produção de carvão vegetal.

## 5. REFERÊNCIAS

- [1] Numazawa, C. T. D. Logging residues and CO<sub>2</sub> of Brazilian Amazon timber: Two case studies of forest harvesting. *Resources, Conservation and Recycling*. 2017; 122, (p. 280–285).
- [2] Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ). Relatório 2020. 2020; 80, (s.l: s.n.) [citado em 2022 ago. 19]. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/ibarelatorioanual2020.pdf>.
- [3] Lima, D. R. M. et al. Logging wastes from sustainable forest management as alternative fuels for thermochemical conversion systems in Brazilian Amazon. *Biomass & Bioenergy*. 2020; 140.
- [1] Castro, A. F. N. M. et al. Análise multivariada para seleção de clones de eucalipto destinados a produção de carvão vegetal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2013; 48, (6, p. 627-635).
- [5] EPE. Empresa de Pesquisa Energética. Potencial energético de resíduos florestais do manejo sustentável e de resíduos da industrialização da madeira. 2018; MME/EPE.
- [6] 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, (p. 67-85).
- [7] 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*. 2011; 31, [S. l.], (n. 68, p. 319) [citado em 2022 ago. 22] Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/275>.
- [8] Silva, D.A.; Muller, B.V.; Kuiaski, E.C.; Eloy, E.; Behling, A.; Colaço, CM., Properties of *Eucalyptus benthamii* wood for energy production, *Pesqui. Florest. Bras.* 2015; 35, (p. 481-485[2022 ago. 20] <https://doi.org/10.4336/2015.pfb.35.84.677>.
- [9] Loureiro, B. A. et al. Rendimento gravimétrico da carbonização e caracterização qualitativa do carvão vegetal em clones de híbridos de *Corymbia* spp para uso industrial. *Ciência Florestal*. 2021; 31, (n.1 p. 214-232). [Citado em 19 ago. 22]. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509836120>