

## QUANTIFICAÇÃO DE RACHADURAS DOS CARVÕES VEGETAIS DE RESÍDUOS DO MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL

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

<sup>1</sup> 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: [eliana.martinss17@gmail.com](mailto:eliana.martinss17@gmail.com)

**Resumo:** O objetivo do estudo foi quantificar as rachaduras presentes no carvão vegetal produzido a partir dos resíduos do manejo florestal sustentável e relacioná-las com as características do material de origem. A coleta do material aconteceu na Fazenda Rio Capim, município de Paragominas, Pará, Brasil. Foram amostradas vinte espécies, das quais três discos de madeira por espécie foram coletados a partir do galho de maior diâmetro da copa de três árvores. O percentual de rachaduras foi determinado a partir de imagens, por meio do uso dos softwares Gimp e Qgis. A espécie *Goupia glabra* apresentou o maior percentual de rachaduras (49%) e a espécie *Pouteria* sp. 2 apresentou o menor percentual de rachaduras (1,85%). Umidade, densidade básica, teor de extrativos e teor de lignina dos resíduos madeiros tiveram baixa correlação com o aparecimento de rachaduras nos carvões, demonstrando ausência de efeito estatisticamente significativo na ocorrência destas.

**Palavras-chave:** Espécies tropicais, Biomassa residual, Fissuras, Bioenergia

## QUANTIFICATION OF CRACKS IN CHARCOAL FROM WASTE FROM SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT

**Abstract:** The objective of the study was to quantify the cracks present in the charcoal produced from the wastes of sustainable forest management and relate them to the characteristics of the material source. The material was collected at Farm Rio Capim, municipality of Paragominas, Pará, Brazil. Twenty forest species were sampled, of which three wood discs per species were collected from the largest diameter branch in the crown of three trees. The percentage of cracks was determined from images using the Gimp and Q-gis software. The species *Goupia glabra* presented the highest percentage of cracks (49%) and the species *Pouteria* sp.2 showed the lowest percentage of cracks (1.85%). Moisture, basic density, extractive content, and lignin content of wood wastes had a low correlation with the appearance of cracks in the charcoals, demonstrating the absence of a statistically significant effect in the occurrence of these.

**Keywords:** Tropical species; Residual biomass; Cracks; Bioenergy

## 1. INTRODUÇÃO

A produção de elevadas quantidades de resíduos madeireiros durante a implantação dos planos de manejo florestal na Amazônia é uma realidade. Para cada 1 tonelada de madeira extraída com a Exploração de Impacto Reduzido é estimada a geração de 2,13 toneladas de resíduos (sapopemas, restos de troncos e galhos) [1].

A conversão dos resíduos do manejo florestal sustentável em carvão vegetal é uma opção viável de aproveitamento dessa matéria-prima e, sendo o Brasil um grande produtor e consumidor de carvão vegetal, principalmente pelas siderurgias, tal ação pode contribuir para uma maior atendimento da demanda destas indústrias pelo biorredutor [2;3].

Para garantir um carvão de alta qualidade é necessário atentar-se às características de sua matéria-prima, visto que estas o afetam diretamente. A variabilidade da madeira pode acarretar em consequências negativas na qualidade do carvão, pois o carvão vegetal sofre influência significativa da madeira que lhe deu origem e do sistema de produção [4].

As fendas ou rachaduras que se formam no carvão prejudicam a qualidade deste, já que o tornam mais propensos a quebras, reduzindo sua granulometria e, conseqüentemente, o volume produzido. Pouco se sabe a respeito do efeito das características das espécies na ocorrência de rachaduras nos carvões. Assim, o objetivo do presente estudo foi quantificar as rachaduras presentes no carvão vegetal produzido a partir dos resíduos de vinte espécies do manejo florestal sustentável e relacioná-las com as características do material de origem.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Coleta do material e identificação das espécies

A coleta do material residual do manejo florestal sustentável aconteceu na fazenda Rio Capim na Unidade de Manejo Florestal (UMF/Rio Capim), localizada no município de Paragominas, Pará, Brasil. Para as análises laboratoriais foram amostradas as vinte espécies florestais mais exploradas nos planos de manejo florestal da região (Tabela 1). Três discos de madeira por espécie foram coletados na UMF Rio Capim, três dias após a etapa de exploração. Para amostragem foi utilizado o galho de maior diâmetro da copa de três árvores.

Vinte espécies tropicais de 8 famílias botânicas foram identificadas de acordo com a avaliação dos materiais vegetativo, reprodutivo e da madeira pelo herbário e xiloteca do Laboratório de Botânica da Embrapa Amazônia Oriental, localizada em Belém, Pará, Brasil. Corpos de prova de dimensões de 7 cm x 7 cm x 7 cm foram confeccionados para análise e depósito na xiloteca.

Tabela 1: Espécies florestais amostradas

Espécie	Espécie
<i>Caryocar glabrum</i>	<i>Lecythis lurida</i>
<i>Couratari guianensis</i>	<i>Lecythis pisonis</i>
<i>Couratari oblongifolia</i>	<i>Manilkara elata</i>
<i>Caryocar villosum</i>	<i>Protium altlissimum</i>
<i>Dinizia excelsa</i>	<i>Pouteria oblanceolata</i>
<i>Eschweilera grandiflora</i>	<i>Parinari rodolphii</i>
<i>Eschweilera pedicellata</i>	<i>Pseudopiptadenia suaveolens</i>
<i>Enterolobium schomburgkii</i>	<i>Pouteria</i> sp. 1
<i>Goupia glabra</i>	<i>Pouteria</i> sp.2
<i>Licania canescens</i>	<i>Vantanea parviflora</i>

## 2.2 Obtenção e preparo de amostras

As carbonizações foram conduzidas em um forno elétrico do tipo mufla, com reator metálico conectado a um condensador refrigiado a água, que é acoplado a um frasco coletor (Kitasato) de gases condensáveis. Cerca de 300g de madeira das duas maiores cunhas opostas dos discos seccionados de cada galho, previamente secas em estufa a  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  por 24 horas, foram utilizadas para a carbonização em laboratório. A carbonização teve duração de 4 horas e 30 minutos, e temperatura do percentual de rachaduras.

## 2.3 Determinação do percentual de rachaduras

O percentual de rachaduras nos carvões foi determinado por meio da análise de imagens fotográficas que foram elaboradas no Laboratório Multiusuário de Biomateriais da Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais. Foram utilizados os softwares Gimp – para o corte das imagens e verificação da quantidade de pixels totais presente no carvão e nas rachaduras através da classificação de cores obtendo, assim, a área de superfície total e percentual de rachaduras.

## 2.4 Análises estatísticas

Os valores de rachaduras, foram correlacionados com as propriedades dos resíduos madeireiros como umidade, densidade básica teor de extrativos e teor de lignina obtidos por [3], sendo realizadas análises descritivas, teste de normalidade dos resíduos, teste de homocedasticidade das variâncias, a análise de variância, teste de médias (Tukey) e teste de

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi realizado o teste de Tukey, que indicou a formação de cinco grupos de espécies tropicais analisadas com médias de rachaduras presente nos carvões semelhantes. A espécie *G. glabra* apresentou o maior percentual de rachaduras (49%) em relação à área total, seguida da espécie *P. rodolphii* (32,60%). As espécies *D. excelsa* (10,90%), *C. villosum* (9,97%), *P. Oblanceolata* (6,58%) e *Pouteria* sp2 (1, 85%) obtiveram, respectivamente, os menores percentuais de rachadura.

A figura 1 apresenta a correlação entre umidade, densidade básica, teor de extrativos e teor de lignina dos resíduos madeireiros das espécies avaliadas e o percentual de rachaduras obtido pelos carvões de cada espécie.

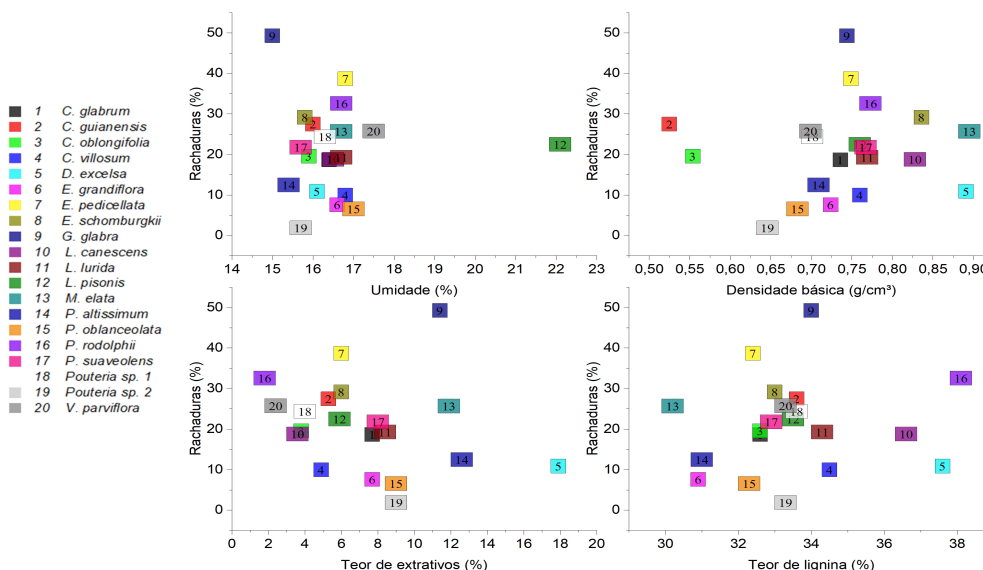


Figura 1: correlação entre umidade, densidade básica, teor de extrativos e teor de lignina dos resíduos madeireiros das espécies estudadas e o percentual de rachaduras obtido pelos carvões de cada espécie.

Umidade e teor de extrativos apresentaram correlação de Pearson de -0,1622 e -0,0442, respectivamente. Ou seja, não houve efeito estatisticamente significativo destas variáveis na ocorrência de rachaduras. Na literatura é reportado que quanto maior a umidade da madeira o carvão resultante será mais friável e quebradiço devido à pressão interna gerada, pela passagem da água do estado líquido para o gasoso [6;7].

Teor de lignina e densidade básica apresentaram correlação de Pearson de 0,1085 e

0,0930, respectivamente. Também demonstrando ausência de efeito estatisticamente significativo destas variáveis na ocorrência de rachaduras. Madeiras mais densas produzem carvão mais denso e menos friável. Portanto, espera-se que os carvões produzidos com madeiras densas apresentem maior resistência mecânica.

#### 4. CONCLUSÕES

A espécie *G. glabra* apresentou o maior percentual de rachaduras (49%) e a espécie *Pouteria* sp 2 apresentou o menor percentual de rachaduras (1,85%).

A ocorrência de rachaduras não esteve associada a umidade, densidade básica, teor de extrativos e teor de lignina dos resíduos madeireiros.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Thiemy Dias Numazawa, C.; Numazawa, S.; Pacca, S. Vanderley, M. J. 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] IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores; Relatório 2021, ano base: 2020. Brasília – DF; 2021.
- [3] Douglas Roque Lima, M.; Poliana Santos Patrício, E.; De Oliveira Barros Júnior, de Cássia Carvalho Silva, R.; Bufalino, L.; Numazawa, S.; Ricardo Gherardi Hein, P.; De Paula Protásio. Colorimetry as a criterion for segregation of logging wastes from sustainable forest management in the Brazilian Amazon for bioenergy. *Renewable Energy*. 2021 163; p: 792-806.
- [4] Correa Ramos, D.; De Cássia Oliveira Carneiro, A.; Tangstad, M.; Saadieh, R.; Luísa Corradi Pereira, B. Quality of wood and charcoal from eucalyptus clones for metallurgical use. *Floresta e Ambiente*. 2019; 26.
- [5] Leandro Froehlich, P.; Beatrice Dewes Moura, A. Carvão vegetal: propriedades físico-químicas e principais aplicações. *Revista Tecnologia e Tendências*. 2014; 9 (1): 13-32.
- [6] Dornelas Soares, J. Parâmetros para determinar a resistência mecânica de carvão vegetal em prensa hidráulica. 36 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2018.
- [7] Reis de Assis, M.; Brancherlau, L.; Napoli, A.; Fernando Trugilho, P. Factors affecting the mechanics of carbonized wood: literature review. *Wood Science and Technology*. 2016; 50 (3): 519-536.
- [8] Dos Reis Coutinho, A.; Sansigolo de Barros Ferraz. Determinação da friabilidade do carvão vegetal em função do diâmetro das árvores e temperatura de carbonização. *IPEF*. 1988; 38: 33-37.

