

Análise da qualidade do carvão comercializado em Tucuruí-PA para uso doméstico.

Matheus da Costa Gondim¹; Patrícia Soares Bilhalva dos Santos²; Caroline Rodrigues Soares³; Paula Zanatta³; Raiana Arnoud Nava²; Alisson Rodrigo Souza Reis⁴

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestais / Universidade Federal Rural da Amazônia;

² Laboratório de química da Biomassa Florestal/ Universidade Federal do Pará

³ Laboratório de propriedades físicas e mecânicas da madeira / Universidade Federal de Pelotas

⁴ Laboratório morfo-anatomia vegetal e qualidade da Madeira / Universidade Federal do Pará;

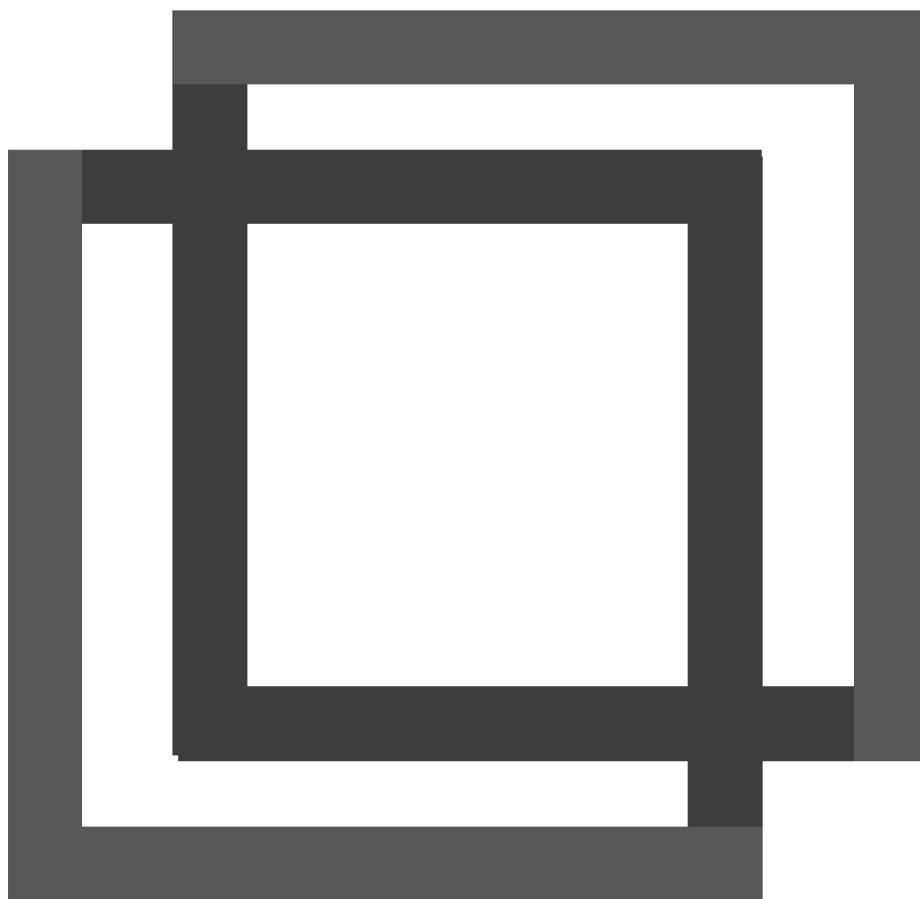
Resumo: A utilização de resíduos de serraria para produção de carvão de uso doméstico é uma realidade na região norte do Brasil sem qualquer controle de qualidade. Nesse sentido, este trabalho buscou o carvão vegetal destinado ao uso doméstico no município de Tucuruí-Pará através de quinze amostras coletadas estrategicamente em cinco locais, com o intuito de verificar a qualidade do produto em relação à análise química imediata, que mede o teor de umidade, carbono fixo, materiais voláteis e cinzas. Os valores médios estabelecidos estão entre 10% para umidade, 74,12% para o teor de carbono fixo, 22,78% para o teor de materiais voláteis e 3,10% para o teor de cinzas. Tais valores são condizentes com aqueles encontrados na literatura, no entanto o produto não é recomendado para o fim que é produzido. Fatores como acondicionamento, armazenamento, heterogeneidade do material, devem ser observados no processo de fabricação e comercialização do carvão de Tucuruí.

Palavras-chave: Resíduos de serraria; Energia; Pará.

Analysis of the quality of the charcoal commercialized in Tucuruí-PA for domestic use..

Abstract: The use of sawmill waste for the production of charcoal for domestic use is a reality in the northern region of Brazil without any quality control. In this sense, this work sought charcoal for domestic use of Tucuruí in Pará through fifteen samples strategically collected in five locations, with the purpose of verifying the quality of the product in relation to the immediate chemical analysis, which measures the moisture content, fixed carbon, volatile materials and ash. The mean values established are between 10% for moisture, 74.12% for the fixed carbon content, 22.78% for the volatile material content and 3.10% for the ash content. Such values are consistent with those found in the literature, however the product is not recommended for the purpose that is produced. Factors such as packaging, storage and material heterogeneity must be observed in the process of manufacturing and commercialization of the Tucuruí's charcoal.

Keywords: Sawmill Waste; Energy; Pará.



1. INTRODUÇÃO

A utilização de resíduos de serraria para produção de carvão de uso doméstico é uma realidade na região norte do Brasil. Por se tratar de uma atividade empírica enfrenta significativas dificuldades a serem sanadas, tais como: carência de mão de obra qualificada, pouca adequação da matéria prima, heterogeneidade das dimensões, falta de controle no processo de conversão, pouco ou nenhum controle as variações ambientais como temperatura e umidade. Embora sejam muitos os desafios, esse tipo de material ainda apresenta vantagens sobre o carvão industrializado proveniente de florestas plantadas pois possui baixo custo e facilidade de aquisição de matéria prima.

Com o baixo rendimento das indústrias madeireiras, a disposição de resíduos é inevitável e quando dispersos ao meio ambiente podem trazer sérios problemas de poluição, especialmente, em sua incineração sem um prévio controle ambiental. Estudos mostram que dependendo da espécie processada, equipamentos e qualidade da matéria prima, o desperdício da madeira nas indústrias de beneficiamento pode chegar a 50% (Biasi & Rocha, 2007)

Para a Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2017) cerca de um terço da população mundial ainda dependem do uso tradicional de lenha para cozinhar, e muitas pequenas empresas usam lenha e carvão como os principais transportadores de energia para fins como cozimento, processamento de chá e fabricação de tijolos. Estima-se ainda que 50% da madeira extraído das florestas em todo o mundo é usado como lenha e carvão vegetal. Há, portanto, a necessidade de se buscar conhecimentos sobre o comportamento da madeira de espécies nativas na carbonização, permitindo caracterizar as propriedades do carvão vegetal, oriundo da exploração florestal e de resíduo de indústrias madeireiras, considerando a significância e o grande desperdício dos mesmos pela sociedade.

No que se refere a madeiras de florestas nativas, pouco se evoluiu sob o ponto de vista técnico-científico, dentre estes destaca-se as pesquisas de Farias et al. (2016) que verificou o potencial energético de *Tachigali vulgaris* e afirmou a possibilidade de substituição do eucalipto em plantações comerciais por ser uma espécie nativa de boa adaptação em locais degradados; De Reis et al (2015) que comparou quimicamente o carvão proveniente de resíduos de serraria comercializado no município de Altamira com o de coco babaçu; De Medeiros Neto et al. (2014) que caracterizou duas espécies da Caatinga, Brand et al. (2013) que analisou a qualidade da madeira e do carvão de *Miconia cinnamomifolia* e Damásio et al. (2013) que avaliou a qualidade do carvão de pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*).

Afim de contribuir nessa perspectiva, esse trabalho tem como objetivo realizar análise

química do carvão comercializado no município de Tucuruí-PA.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Seleção do material

As amostras foram coletadas diretamente dos postos de comercialização em Tucuruí-PA onde são comercializadas em sacos de polietileno verde, com dimensões de 40x50 cm, sem qualquer identificação, controle de qualidade e restrição para o armazenamento. Para tanto, dividiu-se a área de estudo em cinco pontos estratégicos da cidade e reuniu-se 3 amostras de cada área de forma aleatória totalizando 15 amostras.

A matéria prima para a produção do carvão encaminhada para os fornos é proveniente do resíduo de serrarias e movelarias do município sem uma seleção prévia, separação e até mesmo conhecimento das espécies.

O material foi encaminhado para o Laboratório de Morfo-Anatomia e Qualidade da Madeira da Universidade Federal do Pará, no município de Altamira.

2.2 Análise química imediata

A análise química imediata foi realizada a partir da determinação do teor de umidade (TU), teor de cinzas (TC), teor de materiais voláteis (TMV) e teor de carbono fixo (TCF) das amostras de carvão vegetal, anteriormente passadas na peneira de 60, secadas em estufa e então submetidas a análise conforme a metodologia descrita na norma NBR 8112, cancelada em 2015 sem substituição (ABNT,1986).

2.3 Análise estatística

Para a análise estatística foi realizada a ANOVA e em caso de rejeição da hipótese nula, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

3. RESULTADOS

As variações nos valores relativos ao desvio padrão (dp) para as amostras são pequenas, sendo a maior encontrada para o TCF da amostra 1, dp: $\pm 5,00$. No entanto o coeficiente de variação (CV) foi de 22,68 %. Para Basso (2017) as amostras são consideradas heterogêneas, pois ultrapassam o limite do CV 20 %.



O TU apresentou diferença significativa entre as amostras de carvão, com aproximadamente 10,08% de umidade (Tabela 1). Valores inferiores são apresentados por Reis et al., (2015) no município de Altamira-PA para carvão proveniente de resíduos da indústria madeireira. Para Figueroa; Moraes (2009) o TU provoca variação nas taxas de carbonização da madeira, além da interferência de outros fatores como a densidade básica, da espécie de madeira, das dimensões das peças, da forma da seção transversal e da intensidade do fluxo de calor. O TU é inversamente proporcional ao rendimento do carvão, ou seja, à medida que o conteúdo de água no carvão aumenta, menor a taxa de carbonização, aumentando o tempo necessário para a ignição.

Os TMV's variaram 19,08 a 28,11% e os TC's de 2,03 a 5,07% (Tabela1). Resultados superiores são apresentados por Silva et al., (2018) nas amostras de *Myracrodruon urundeuva* (33,87%) e *Leucaena leucocephala* (31,34%) no bioma caatinga. A quantidade de materiais voláteis é uma característica que é levada em consideração na maioria dos casos, principalmente em estabelecimentos, cujos assados podem adquirir o cheiro desse material, o tornando indesejável. Além disso, segundo Basso (2017) altos TMS's acarretam em uma menor eficiência energética. A estrutura do carvão também é afetada pelos voláteis, pois as características físicas como porosidade, diâmetro dos poros e densidade do carvão são afetadas pela eliminação destes (Oliveira et al., 2015).

Os TCF's variaram de 69,85% a 77,92% (Tabela1). Esses valores são superiores aos encontrado por Silva et al. (2018), em espécies nativas da Caatinga e mais próximos aos encontrados por Leite (2014) em madeira de cafeeiro (77,45%) e Basso (2017) em torno de 70,43 e 71,87% para carvões de uso doméstico. Para o carvão vegetal proveniente da madeira de *Eucalyptus*, são encontrados na literatura valores que variam de 73% a 80% para o carbono fixo (Protásio et al., 2013 e Reis et al., 2012).

Tabela 1. Média dos resultados obtidos a partir da análise imediata para as cinco amostras e o respectivo desvio padrão. TU = teor de umidade; TC = teor de cinzas; TMV = teor de materiais voláteis; TCF = teor de carbono fixo.

Variáveis	Un	Amostras				
		1	2	3	4	5
Teor de umidade	(%)	5,47 ± 0,64	10,20 ± 1,33	13,87 ± 0,61	9,00 ± 1,4	11,87 ± 1,62
Teor de materiais voláteis	(%)	28,11 ± 0,03	22,67 ± 3,40	23,50 ± 0,50	20,52 ± 0,05	19,08 ± 0,24
Teor de cinzas	(%)	2,03 ± 4,98	5,07 ± 1,80	2,12 ± 0,91	3,27 ± 0,28	3,00 ± 1,36
Teor de carbono fixo	(%)	69,85 ± 5,00	72,26 ± 2,03	74,38 ± 1,33	76,21 ± 0,23	77,92 ± 1,13

Fonte: Autor (2019)

4. DISCUSSÃO

A única legislação brasileira que orienta sobre qualidade do carvão vegetal a ser comercializado é a Resolução SAA-40, que altera a Resolução SAA-10, de 11 de julho de 2003, onde se define a norma de padrões mínimos de qualidade para carvão vegetal, como base para certificação de produtos pelo sistema de qualidade de produtos agrícolas, pecuários e agroindustriais do Estado de São Paulo (São Paulo, 2015). Os resultados obtidos nesse estudo estão aquém dos exigidos pela legislação, pois apresentam valores heterogêneos que resultarão no não cumprimento do critério de qualidade do carvão para uso doméstico.

Em relação à composição química, os materiais voláteis representam a matéria volátil residual do carvão composta principalmente de hidrogênio, hidrocarbonetos, monóxido de carbono e dióxido de carbono (Santos et al., 2016). Os valores médios encontrados neste estudo para matérias voláteis do carvão vegetal comercializado em Tucuruí-PA, foram considerados apropriados por serem baixos, e por possuírem o TCF mais alto. Os materiais voláteis são aqueles componentes presentes na madeira que podem ser removidos à medida que se aumenta a temperatura no material em atmosfera não oxidante ou inerte (Kurauchi, 2014).

Segundo Brand (2010), baixos TMV's tendem a altos TCF's no carvão vegetal, ou seja, eles poderão requerer longo tempo de residência na fornalha para queima total. Em estudo realizado por Brand et al. (2013) para espécie nativa da Mata Atlântica, *Miconia cinnamomifolia*, o teor de voláteis médio foi de 30,5% para temperatura final de 450 °C, valores médios foi próximo aos encontrados para as espécies deste estudo.

Os TC's constituem a substâncias que não entram em combustão. Os mesmos permanecem na forma sólida e altos teores são indesejáveis para fins energéticos (Chaves et al., 2013). Para Protásio et al. (2013) esses minerais geram resíduos e por sua vez diminuem o valor calórico do combustível.

O que se busca para o carvão é que o mesmo apresente poder calorífico elevado, e para isso é conveniente que o material possua um elevado TCF, e baixos TMV's e cinzas, uma vez que essas variáveis apresentam significativas correlações. O percentual de carbono fixo refere-se à fração de carvão que se queima no estado sólido. Combustíveis com teores elevados de carbono fixo são preferíveis para o uso siderúrgico, devido à estabilidade térmica e elevado poder energético (Neves et al., 2013).

Os TCF's encontrados nesse estudo são próximos aos encontrados por Basso (2017) com amostras de carvão para uso doméstico, onde relatou valores médios entre 70,43 e 71,87%. No

entanto, apresenta altos valores para o TMV's, entre 25,61 e 28,40%, e para o TC, entre 1,17 e 2,52%. Os valores de carbono fixo neste estudo encontram-se de acordo a Resolução SAA-40, no entanto os demais componentes não estão em conformidade com o exigido (São Paulo, 2015).

5. CONCLUSÕES

- Após análise imediata nenhuma das amostras pode ser recomendada para a cocção de alimentos devido as variações significativas nos parâmetros analisados.
- Além do TCF, nenhum dos demais parâmetros estão de acordo com a legislação do estado de São Paulo, com isso recomenda-se que estudos como esse para nortear políticas públicas para elaborar uma legislação para a determinação da qualidade do carvão no estado.
- Fatores como acondicionamento, armazenamento, heterogeneidade do material, devem ser observados no processo de fabricação e comercialização do carvão de Tucuruí.

6. REFERÊNCIAS

Associação Brasileira De Normas Técnicas - ABNT. NBR 8112/86 – Carvão vegetal: análise imediata do carvão vegetal. 6p. 1986.

Basso S. Análise do Carvão Vegetal para uso doméstico. Trabalho De Conclusão De Curso. Ponta Grossa - 2017. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/8409> Acesso em: 01 de maio de 2019.

Biasi CP, Rocha MP. Rendimento em madeira serrada e quantificação de resíduos para três espécies tropicais. Floresta, v. 37, n. 1, 2007.

Brand MA, Cunha AB da, Carvalho AF de, Brehmer DR, Küster LC. Análise da qualidade da madeira e do carvão vegetal produzido a partir da espécie *Miconia cinnamomifolia* (De Candolle) Naudin (Jacatirão-açu) na agricultura familiar, em Biguaçu, Santa Catarina. Scientia Forestalis, Piracicaba, v. 41, n. 99, p. 401-410, set. 2013.

Brand MA. Energia de Biomassa Florestal. Rio de Janeiro: Interciência, 2010. 114 p.

Chaves AMB, Vale AT, Melido RCN, Zoch VP. Características energéticas da madeira e carvão vegetal de clones de *Eucalyptus* spp. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v. 9, n. 17, p. 533-542, 2013.

Damásio RAP, Pereira BLC, Oliveira AC, Cardoso MT, Vital BR, Carvalho AML. Caracterização anatômica e qualidade do carvão vegetal da madeira de pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*). Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, v.33, n.75, p.261-267, 2013.

Farias J, Marimon BS, Silva LCR, Petter FA, Andrade FR, Morandi OS et al. Survival and growth of native *Tachigali vulgaris* and exotic *Eucalyptus urophylla* _ *Eucalyptus grandis* trees in degraded soils with biochar amendment in southern Amazonia. Forest Ecology and Management, Amsterdam,



v. 368, p. 173-182, 2016. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2016.03.022>

Figuerola MJM, Moraes PD. Comportamento da madeira a temperaturas elevadas. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 9, n. 4, p. 157-174, out./ dez. 2009.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). THE CHARCOAL TRANSITION Greening the charcoal value chain to mitigate climate change and improve local livelihoods - Viale delle Terme di Caracalla 00153 Rome, Italy - I6934EN/1/03.17 © FAO, 2017.

Kurauchi MHN. Uma abordagem de ensaio de resistência mecânica de carvão vegetal. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais. São Paulo, 2014.

Medeiros Neto PN, Oliveira E, Paes JB. Relações entre as Características da Madeira e do Carvão Vegetal de duas Espécies da Caatinga. Floresta e Ambiente, v.21, n.4, p.484-493, 2014.

Neves TA, Protásio TP, Trugilho PF, Valle MLA, Sousa LC, Vieira CMM. Qualidade da madeira de clones de Eucalyptus em diferentes idades para a produção de bioenergia. Revista Ciência Agrária, Belém, v. 56, n. 2, p. 139-148, 2013.

Oliveira AF, Bavaresco A, Pessuti CAA, Miyashiro CS, Frank J. Análise da qualidade do carvão para consumo doméstico de quatro municípios do estado do Paraná. Revista Brasileira de Energias Renováveis. v. 4, p. 102-111, set/2015.

Protásio TP, Couto AM, Reis AA, Trugilho PF. Seleção de clones de Eucalyptus para a produção de carvão vegetal e bioenergia por meio de técnicas univariadas e multivariadas. Scientia Forestalis, v. 41, n. 97, p. 15–28. 2013b.

Reis ARS, Reis JSF, Silva JR, Carvalho JC de, Souza DV, Reis LP. Comparação entre carvão de coco babaçu e carvão de resíduos madeiros comercializados em Altamira – PA. Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science). 6(2): 100-106, 2015 - DOI: 10.12953/2177-6830/rcm.v6n2p100-106

Reis AA, Protásio TP, Melo ICNA de, Trugilho PF, Carneiro A de C. O. Composição da madeira e do carvão vegetal de Eucalyptus urophylla em diferentes locais de plantio. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, v.32, n.71, p.277-290, 2012.

Santos RC dos, Carneiro A de CO, Vital BR, Castro RV, Oliveira V, Baptista G et al. Influência das propriedades químicas e da relação siringil/guaiacil da madeira de eucalipto na produção de carvão vegetal. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 657-669, jun. 2016.

Silva LLH, Oliveira E, Calegari L, Pimenta MAC, Pimenta AS, Dantas MKL. Características energéticas do carvão vegetal de aroeira (Myracrodruon urundeuva Allemão) e Leucena (Leucaena leucocephala (Lam.) R. de Wit). Ciência Florestal, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 412-419, jan.- mar., 2018.

Soussan J. Wood Energy: Towards Appropriate Policies and Strategies in: Wood Energy Development: Planning, Policies and Strategies Volume III. Bangkok, May 1993.