



INFLUÊNCIA DO TEMPO DE EXPOSIÇÃO AO SOLO NAS PROPRIEDADES ENERGÉTICAS *Myracrodruon urundeuva* FR. ALL.

Renata Carvalho da Silva¹; Karolayne Ferreira Saraiva²; Guilherme Henrique Carvalho Vieira²; Thatiele Pereira Eufrazio de Moraes²; Priscila Bezerra de Sousa²; Raquel Marchesan²

¹ Universidade Federal do Paraná, Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, Curitiba, PR, Brasil

² Universidade Federal do Tocantins, Curso de Engenharia Florestal, Laboratório de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais, Gurupi, TO, Brasil

* e-mail do autor correspondente: rcarvalhosilva.florestal@gmail.com*

Resumo: O objetivo desta pesquisa foi avaliar a influência do tempo de exposição ao solo nas propriedades energéticas da madeira e do carvão vegetal de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. Foram confeccionados corpos de prova para instalação do experimento em campo durante 20 meses e os mesmos foram coletados periodicamente para a determinação das propriedades da madeira e do carvão. Para as propriedades energéticas da madeira foi observada redução na densidade básica e holocelulose, conseqüentemente houve um aumento na perda de massa, teor de lignina e solubilidade em NaOH. Recomenda-se para produção de carvão vegetal o Tratamento 4 (vinte meses de estocagem da madeira), pois neste tratamento foram obtidos os maiores rendimentos gravimétricos totais (29,61%), carbono fixo (74,61%) e poder calorífico superior do carvão vegetal (7416,70 kcal kg⁻¹) da madeira de *M. urundeuva*.

Palavras-chave: Perda de massa. Pirólise da madeira. Produção de energia.

INFLUENCE OF SOIL EXPOSURE TIME ON THE ENERGETIC PROPERTIES OF *Myracrodruon urundeuva* FR. ALL.

Abstract: The objective of this research was to evaluate the influence of soil exposure time on the energetic properties of wood and charcoal of *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. Specimens were made for installation of the experiment in the field for 20 months and they were periodically collected to determine the properties of wood and charcoal. For the energetic properties of the wood, a reduction in the basic density and holocellulose was observed, consequently there was an increase in the loss of mass, lignin content and solubility in NaOH. Treatment 4 (twenty months of wood storage) is recommended for charcoal production, because in this treatment the highest total gravimetric yields (29.61%), fixed carbon (74.61%) and higher calorific value of the charcoal (7416.70 kcal kg⁻¹) from *M. urundeuva* wood.

Keywords: Weight loss. Production of energy. Wood pyrolysis

1. INTRODUÇÃO

A madeira participa de forma importante na matriz energética e o carvão vegetal é uma fonte de energia renovável, desta forma, torna-se importante pesquisas sobre espécies potenciais que atendam às exigências do mercado consumidor [9]. Apesar da grande participação das florestas plantadas, o setor florestal tem direcionado investimentos para pesquisas com espécies nativas, pois o mercado busca cada vez mais espécies alternativas [10].

A *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (aroeira-do-sertão) é uma espécie nativa do Cerrado, de relevante valor socioeconômico, não somente como planta medicinal ou madeireira, mas também, como fonte de energia (lenha) nas indústrias e nas propriedades rurais [7]. Existe a necessidade de fomentar pesquisas científicas com espécies nativas do Cerrado para averiguação do potencial do

material a ser utilizado como insumo energético visando a implantação de florestas energéticas [7]. As condições climáticas provocam deterioração em madeiras expostas a radiação solar, vento e umidade, podendo provocar alterações que resultam na redução das propriedades físicas, mecânicas e químicas das madeiras [6].

Diante deste contexto esta pesquisa teve por objetivo avaliar a influência do tempo de exposição ao solo nas propriedades da madeira e do carvão vegetal de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi, no Laboratório de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais. Para o estudo foram coletadas três árvores da espécie *M. urundeuva* de forma aleatória simples [14], provenientes de resíduos de uma supressão para implantação de rede de transmissão no município de Gurupi, TO. Foram confeccionados corpos de prova de 2,5 x 2,5 x 30 cm para implantação do experimento, distribuídos em quatro linhas com 10 corpo de prova em cada em contato com o solo.

Após a instalação, a cada cinco meses, foram coletados 10 corpos de prova do campo de apodrecimento para as análises, sendo realizadas no total quatro coletas (Tabela 1).

Tabela 1: Tratamentos conforme o tempo de exposição da madeira de *M. urundeuva* ao solo.

Tratamentos	Tempo de exposição da madeira ao solo
T0	Testemunha, amostras sem exposição ao solo.
T1	Amostras avaliadas após cinco meses de exposição.
T2	Amostras avaliadas após dez meses de exposição.
T3	Amostras avaliadas após quinze meses de exposição.
T4	Amostras avaliadas após vinte meses de exposição.

O teor de umidade em base seca foi determinado conforme NBR 7190 [4]. Determinou-se a densidade básica da madeira ASTM D-2395 [2]. A perda de massa da madeira foi calculada com base nos valores de massa inicial e final de cada uma das amostras. A solubilidade em hidróxido de sódio (NaOH) foi realizada de acordo com [12]; o teor de lignina determinado conforme metodologia descrita por [8] para lignina insolúvel em ácido.

A produção do carvão vegetal se deu por meio do processo de pirólise da madeira em um forno tipo mufla com temperatura final de 600°C, uma taxa de aquecimento de 5°C/min e tempo total de 6h30min. A densidade aparente do carvão vegetal também foi determinada. A composição química imediata do carvão vegetal foi realizada baseando-se nas normas ASTM D 1762-84 [3] e ABNT NBR 8112/83 [5]. A composição química imediata do carvão vegetal foi realizada ASTM D 1762-84 [3] e ABNT NBR 8112/83 [5]. Foram calculados o poder calorífico superior [13],

densidade energética e estoque de carbono fixo do carvão vegetal[9].

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, considerando-se os quatro tratamentos. Foi realizado o teste de normalidade e análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey foi realizado para a comparação das médias a nível de 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 encontram-se os valores médios para as propriedades físicas e químicas da madeira de *M. urundeuva*. Verifica-se que os valores médios diferiram estatisticamente ($p \geq 0,05$) entre os tratamentos para densidade básica, perda de massa, extrativos totais, lignina, holocelulose e solubilidade em NaOH.

Tabela 2: Médias de densidade básica (Db), perda de massa, teores de extrativos totais (Et), lignina total (Lt), holocelulose (H) e solubilidade NaOH da madeira de *M. urundeuva*.

Tempo de estocagem	Propriedades Físicas e Químicas da madeira					
	Db (g cm ⁻³)	Perda de massa (%)	Ext. totais (%)	Lig. Total (%)	Holocel. (%)	Solub NaOH (%)
T0	0,91 a (2,17)	-	11,94 a (2,95)	20,37 c (0,69)	67,69 a (0,44)	19,01 d (2,35)
T1	0,86 b (0,92)	8,19 c (7,98)	11,50 a (0,42)	20,29 c (3,34)	68,21 a (1,01)	20,16 c (1,26)
T2	0,83 bc (2,89)	12,18 b (18,12)	10,60 b (1,66)	22,86 b (1,25)	66,54 b (0,47)	20,54 c (0,11)
T3	0,80 c (1,16)	13,24 b (6,05)	9,50 c (4,07)	24,16 a (2,02)	66,19 b (0,50)	21,37 b (0,10)
T4	0,72 d (6,13)	27,34 a (7,41)	10,17 bc (2,88)	24,25 a (1,70)	65,66 b (0,43)	26,2 a (0,41)
Pr>Fc	*	*	*	*	*	*

Nota: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente (Teste de Tukey – $P \geq 0,05$). Valores entre parênteses correspondem ao coeficiente de variação (%).

Observa-se que densidade básica da madeira de *M. urundeuva* sofreu influência do tempo de estocagem. Conforme ocorreu o aumento do tempo, houve um decréscimo na densidade básica da madeira (Tabela 2). O mesmo fato foi observado para a perda de massa, o que pode ser explicado pelo fato de ser diretamente afetada pela densidade básica da madeira.

Nota-se efeito significativo entre os tratamentos avaliados (Tabela 2) para os teores de extrativos totais, lignina e holocelulose. O T3 apresentou a menor média (9,50%), o que pode ter ocorrido devido a lixiviação dos extrativos. Observa-se para o T4 a maior média (10,17%) para o teor de extrativos totais da madeira, o que pode ser explicado pelo alto índice de degradação neste período.

Os teores de lignina aumentaram com o tempo de exposição ao solo (Tabela 1), o que pode

ser explicado devido à diminuição da porcentagem de holocelulose. Observa-se também diferenças significativas para a solubilidade em NaOH entre os tratamentos avaliados e que, conforme houve aumento do tempo de exposição ao solo, ocorreu um aumento na solubilidade, indicativo do aumento de ataque de organismos xilófagos no decorrer dos meses.

Observa-se na Tabela 3 os valores médios para as propriedades energéticas do carvão vegetal de *M. urundeuva*. Verifica-se que os valores médios diferiram estatisticamente ($p \geq 0,05$) para densidade aparente do carvão vegetal (Tabela 3), conforme houve o aumento do tempo de exposição da madeira ao solo, ocorreu uma diminuição para este parâmetro, o que pode ser explicado devido ao aumento do tempo de exposição ao solo em que houve decréscimo na densidade básica da madeira.

Tabela 3: Densidade aparente (Da), materiais voláteis (MV), carbono fixo (CF), cinzas (CZ), poder calorífico superior (PCS), estoque de carbono fixo (ECF) e densidade energética (De) do carvão vegetal de *M. urundeuva*.

Propriedades Energéticas do Carvão vegetal							
Tratamento	Da (g cm ⁻³)	MV (%)	CF (%)	Cz (%)	PCS (kcal kg ⁻¹)	ECF (kg m ⁻³)	De (kcal m ⁻³)
T0	0,55 a	32,14 a	64,90 d	2,96 b	7093,70 d	317,34 c	3468809,01
	(2,96)	(2,09)	(1,21)	(22,56)	(0,37)	(2,41)	b (2,48)
T1	0,49 b	26,29 b	70,19 c	3,52 a	7269,74 c	311,20 c	3222724,45 c
	(2,60)	(3,01)	(1,14)	(2,88)	(0,37)	(4,49)	(4,04)
T2	0,49 b	25,99 b	71,67 b	2,34 ab	7318,9 b	333,16 b	3404910,68
	(13,20)	(2,08)	(1,12)	(13,20)	(0,37)	(14,16)	b (13,51)
T3	0,47 bc	26,11 b	71,76 b	2,13 bc	7322,01 b	348,96 b	3559894,78
	(4,55)	(2,46)	(0,81)	(5,90)	(0,26)	(5,19)	b (4,76)
T4	0,44 c	23,52 c	74,61 a	1,87 c	7416,70 a	408,68 a	4062530,44 a
	(3,88)	(1,01)	(0,41)	(4,80)	(0,14)	(3,01)	(2,97)
Pr>Fc	*	*	*	*	*	*	*

Nota: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente (Teste de Tukey – $P \geq 0,05$). Valores entre parênteses correspondem ao coeficiente de variação (%)

Nota-se diferenças estatísticas significativas para os teores de materiais voláteis, carbono fixo, cinzas, poder calorífico superior, estoque em carbono fixo e densidade energética do carvão vegetal da madeira de *M. urundeuva* (Tabela 3). O teor de materiais voláteis diminuiu e o teor de carbono fixo do carvão vegetal aumentou com o acréscimo do tempo de exposição da madeira ao solo. O teor de cinzas do carvão vegetal apresentou valores aceitáveis para produção de energia (Tabela 3), pois o mesmo encontra-se inferior a 5%, respectivamente.

O poder calorífico superior do carvão vegetal aumentou de acordo com o aumento do tempo

de exposição da madeira ao solo (Tabela 3). Este fato pode ser explicado devido ao aumento do teor de carbono fixo no decorrer do tempo de estocagem da madeira. O mesmo fato foi observado para o estoque em carbono fixo e densidade energética do carvão vegetal, haja vista que estes parâmetros são diretamente afetados pelo teor de carbono fixo e pode calorífico superior do carvão vegetal.

4. CONCLUSÕES

O tempo de exposição da madeira de *M. urundeuva* ao solo influenciou as propriedades físicas e químicas da madeira, pois houve redução na densidade básica e holocelulose, conseqüentemente houve aumento na perda de massa, teor de lignina e solubilidade em NaOH.

Recomenda-se a produção de carvão vegetal aos vintes meses de exposição da madeira ao solo, pois neste tempo foram obtidos melhores resultados para as propriedades energéticas.

5. REFERÊNCIAS

- [1] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9156: determinação da densidade relativa aparente, relativa verdadeira e porosidade: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1985. 8 p.
- [2] American Society For Testing And Materials. ASTM D-2395: Standard Test Methods for Specific Gravity of Wood and Wood-Based Materials. Philadelphia, p.8, 2005.
- [3] American Society For Testing And Materials - ASTM. ASTM D 1762-84: Standard method for chemical analyses of wood charcoal. Philadelphia: ASTM International, p.2, 2007.
- [4] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7190: Projetos de estruturas de madeira- Rio de Janeiro, 1997.
- [5] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 8112: Carvão vegetal—Análise imediata. Brasília, 1983.
- [6] Brito, AF. Resistência da madeira de várias espécies de eucalipto a organismos xilófagos e intemperismo após tratamento com ccb por substituição de seiva. Tese (Doutorado). Universidade estadual paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp Campus de Botucatu. São Paulo. p.122, 2017.
- [7] Costa, GT.; Bianchi, ML.; Protásio, PT.; Trugilho, PF.; Pereira, AJ. Qualidade da madeira de cinco espécies de ocorrência no cerrado para produção de carvão vegetal. *Cerne* 2014, 20(1): 11-16.
- [8] Gomide, JL.; Demuner, BJ. *O Papel* 1989, (47): 36-38.
- [9] Protásio, TDP.; Couto, AM.; Trugilho, PF.; Junior, JBG.; Junior, PHL.; Silva, MMO. Technological evaluation of charcoal from the wood of young clones of *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla*. *Scientia Forestalis* 2015, 43(108): 801-816.
- [10] Rodrigues, PMDM.; Coneglian, A.; Silva, MFD., MORAES, MDAD.; Sette Junior, CR. Caracterização da madeira juvenil de *Schizolobium parahyba* (Vell.) SF Blake e *Eucalyptus urophylla* ST Blake em solo de Cerrado Brasileiro. *Revista de Ciências Agrárias* 2018, 41(2): 271-280.
- [11] Silva, RC.; Marchesan, R.; Mendes, GA.; Carvalho, LA.; dos Santos, WMFL.; Souza, P. B. Effect of the final carbonization temperature on the quality of five species of Cerrado. *Floresta* 2020, 50(4): 1902-1911.
- [12] Technical association of the pulp and paper industry(TAPPI). TAPPI T 212 om-02: One percent sodium hydroxide solubility of wood and pulp. Atlanta: Tappi Technology Park, 2002.

- [13] Vale, AT.; Abreu, VLS.; Gonzalez, JC.; Costa, AF. Estimation of the Higher Calorific Power of Charcoal from *Eucalyptus grandis* woods as a function of Fixed Carbon Content and Volatile Material Content. Revista Brasil Florestal 2002, (73).
- [14] Wastowski, AD. Química da madeira. 1 ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2018. 566p.