

# AVALIAÇÃO TECNOLÓGICA DE PLANTIOS DE EUCALIPTO EM VITÓRIA DA CONQUISTA – BA

## QUALIDADE DO CARVÃO VEGETAL PRODUZIDO A PARTIR DE RESÍDUOS FLORESTAIS PARA USO DOMÉSTICO

Henrique Rocha Lima<sup>1</sup>, Dalton Longue Júnior<sup>2</sup>,

### RESUMO

A produção de carvão vegetal atende demanda de grandes indústrias até pequenos produtores que visam a produção de energia renovável e sustentável. Entretanto, uma menor parcela dessa produção é destinada para uso doméstico, que visa a queima e geração de calor para cocção de alimentos. A produção de carvão vegetal atende à demanda de grandes indústrias até pequenos produtores que visam a produção de energia renovável e sustentável, entretanto, uma menor parcela dessa produção é destinada para uso doméstico, que visa a queima e geração de calor para cocção de alimentos. A pesquisa utilizou clones comerciais e seus resíduos (troncos, raízes e galhos) de *Eucalyptus urophylla* cultivados na região de Vitória da Conquista (i144, VM 058 e 1249). Os experimentos foram realizados em forno mufla de laboratório com duas temperaturas: 450 °C e 300 °C. Apesar das diferenças dos clones e das biomassas utilizadas para a carbonização, os resultados indicaram que os resíduos de *Eucalyptus* carbonizados na região de Vitória da Conquista apresentam potencial para a produção de carvão vegetal de alta qualidade.

PALAVRAS-CHAVE: Carvão vegetal; Clones; Resíduos.

### TECHNOLOGICAL EVALUATION OF EUCALYPTUS PLANTATIONS IN VITÓRIA DA CONQUISTA – BA

### ABSTRACT

The production of charcoal meets the demand of large industries as well as small producers aiming for the production of renewable and sustainable energy. However, a smaller portion of this production is intended for domestic use, aimed at burning and generating heat for cooking food. The production of charcoal meets the demand of large industries as well as small producers aiming for the production of renewable and sustainable energy, however, a smaller portion of this production is intended for domestic use, aimed at burning and generating heat for cooking food. The research used commercial clones and their residues (trunks, roots, and branches) of *Eucalyptus urophylla* cultivated in the region of Vitória da Conquista (i144, VM 058 and 1249). The experiments were conducted in a laboratory muffle furnace at two temperatures: 450 °C and 300 °C. Despite the differences between the clones and the biomasses used for

---

<sup>1</sup> Discente de Engenharia Florestal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA, Brasil.

<sup>2</sup> Prof. Dalton Longue Júnior, Departamento de Fitotecnia e Zootecnia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA, Brasil.

carbonization, the results indicated that the residues of *Eucalyptus* carbonized in the region of Vitória da Conquista show potential for the production of high-quality charcoal.

KEYWORDS: Charcoal; Clones; Residues.

## INTRODUÇÃO

Os plantios florestais a partir de espécies de rápido crescimento como eucalipto já são uma realidade no Brasil, devido ao sucesso da silvicultura associada à qualidade da madeira. Entretanto, na maioria das vezes, apenas o fuste é utilizado para a produção de produtos florestais como polpa celulósica e carvão vegetal para fins siderúrgicos.

Mais de 25% do material lenhoso produzido fica “perdido” após a colheita, como galhos e raízes que demoram para se decompor e atrapalham as atividades de recondução das florestas (BRITO, 1996). A produção de carvão vegetal siderúrgico tem dificuldade com esse reaproveitamento pois a contaminação por minerais é prejudicial à qualidade dos metais produzidos. Os minerais causam trincas e rachaduras nas ligas metálicas e por isso somente a madeira do tronco das árvores é normalmente aproveitada para produção de carvão.

Por outro lado, o uso desses resíduos contaminados com minerais do solo não inviabiliza a produção de carvão vegetal, quando é destinado para cocção de alimentos em residências, pequenos empreendimentos ou pequenas indústrias.

Alguns trabalhos já foram realizados visando o reaproveitamento desses resíduos, mas direcionando o material na produção de carvão vegetal para fins siderúrgicos. Contudo, há resistência devido a menor qualidade deste material. Por outro lado, a fabricação de carvão vegetal para uso doméstico a partir do reaproveitamento dos resíduos florestais, é uma oportunidade de substituir parte da lenha usada por esses setores menores, que muitas vezes, tem origem desconhecida.

Dessa forma, não é possível mudar a forma de uso dessa energia apenas pelo apelo ambiental, é preciso demonstrar tecnologicamente e economicamente que esse combustível é vantajoso e possível para atender a demanda desse setor doméstico.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A coleta dos resíduos florestais (troncos, galhos e raízes) dos clones i144 (*Eucalyptus urophylla*), VM 058 (*Eucalyptus urophylla*) e 1249 (*E. urophylla* x *E. grandis*) ocorreu no município de Vitória da Conquista - BA, entre as coordenadas geográficas 14°49'42.66"S e 40°59'8.75"O.

Após a coleta, os resíduos florestais foram levados ao Laboratório de Tecnologia de Produtos Florestais da UESB, para a determinação da densidade básica conforme a ABNT NBR 11941/2003 e da composição química imediata ABNT NBR 6923/1981.

Após isso, avaliou-se a qualidade do carvão, conforme norma PMQ 3-03 (SÃO PAULO, 2015).

As carbonizações foram feitas em triplicata para cada tratamento. as amostras foram secas a 60 °C, pesadas e inseridas em forno elétrico tipo mufla, com rampa de aquecimento de 1,7 °C/min até 300 °C (4h, sendo 2h min na temperatura final) e 450 °C (4h, com 1h na temperatura final). Este processo foi avaliado quanto ao rendimento em carvão vegetal, rendimento em licor pirolenhoso e rendimento em gases não-condensáveis.

Para a obtenção da densidade aparente, três peças de carvão vegetal foram saturadas com água usando uma bomba de vácuo. A densidade foi calculada pela razão da massa seca das amostras e seu volume saturado. Após a quantificação dos materiais voláteis, a amostra foi novamente levada a mufla por mais 7h30min a 750 °C para realizar a calcinação. Posteriormente, foi efetuada a determinação do teor de cinzas, sendo o carbono fixo (CF).

Para a análise dos dados, foram aplicados três testes estatísticos: Lilliefors L, Levene e Tukey. O experimento fatorial foi organizado em duas disposições 3x2, envolvendo três tratamentos de resíduos e clones e duas temperaturas (450 e 300°C). Os cálculos foram realizados no software Sisvar, ver. 5.6, com nível de significância de 5%.

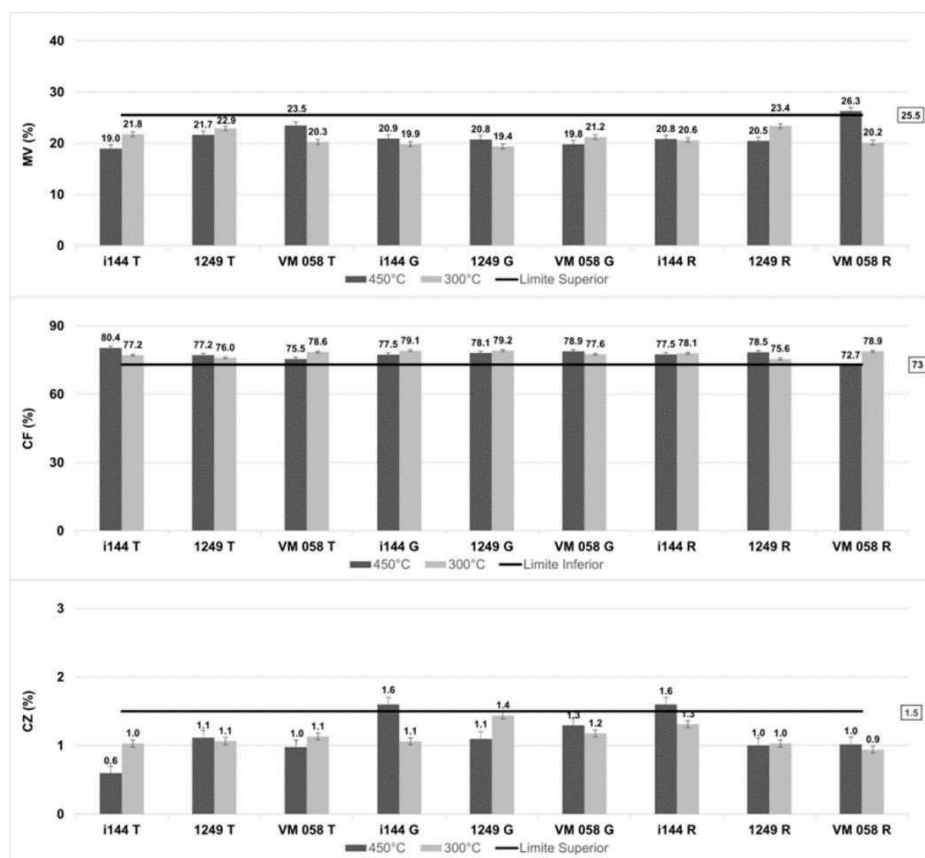
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

**TABELA 1.** Avaliação dos rendimentos da carbonização, densidade aparente e análise química imediata do carvão proveniente de resíduos lenhosos de clones de eucalipto cultivados no sudoeste da Bahia.

Temperatura	Tratamento	RGCV (%)	RGNC (%)	RGC (%)	DA (Kg/m³)	CF (%)	MV (%)	CZ (%)
450°C	í144	30.0 Bb	35.5 Aa	34.6 Bb	429 Bb	78.5 Aa	20.3 Aa	1.3 Aa
	VM 058	30.2 Bb	34.7 Aa	35.0 Bb	477 Aa	75.7 Aa	23.2 Aa	1.1 Aa
	1249	31.3 Bb	34.8 Aa	33.9 Bb	459 Ab	77.9 Aa	21.0 Aa	1.1 Aa
300°C	í144	38.4 Aa	26.2 Bb	35.4 Bb	429 Bb	78.1 Aa	20.8 Aa	1.1 Aa
	VM 058	37.6 Aa	21.0 Cb	42.2 Aa	455 Bb	78.4 Aa	20.6 Aa	1.1 Aa
	1249	36.8 Aa	25.5 Bb	36.9 Bb	456 Bb	76.9 Aa	21.9 Aa	1.2 Aa
450°C	Tronco	30.2 Db	34.6 Aba	35.2 Aa	416 Ba	77.7 Aa	21.4 Aa	0.9 Ba
	Galho	28.6 Eb	33.4 Ba	38.0 Aa	480 Aa	78.2 Aa	20.5 Aa	1.3 Aa
	Raiz	32.8 Cb	36.9 Aa	30.4 Bb	469 Aa	76.2 Aa	22.5 Aa	1.2 Aa
300°C	Tronco	38.5 Aa	23.8 Cb	37.7 Aa	405 Ba	77.3 Aa	21.7 Aa	1.1 Aa
	Galho	35.6 Ba	24.4 Cb	40.1 Aa	472 Aa	78.6 Aa	20.2 Aa	1.2 Aa
	Raiz	38.8 Aa	24.5 Cb	36.6 Aa	450 Aa	77.5 Aa	21.4 Aa	1.1 Aa

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade. Letras maiúsculas se referem a clone ou resíduo e letras minúsculas a temperatura de carbonização. Fonte: Autor (2024)

**FIGURA 1.** Tabela de referente a química imediata dos diferentes carvões vegetais oriundos dos distintos resíduos lenhosos florestais.



Onde: T = tronco; G = galho; R = raiz; MV = materiais voláteis; CF = carbono fixo; CZ = cinzas. Limite superior e inferior com base na norma PMQ 3-03. Fonte: Autor (2024)

Clones carbonizados a 300°C apresentaram maior RGCV e menor RGNC, possuindo maior eficiência na produção de carvão. Não houve diferença significativa em RGC nas temperaturas de 450° e 300°C, contudo, o VM 058 (300°C) apresentou rendimento superior. Quanto a resíduos, as médias mais elevadas de RGCV foram de tronco e raízes a 300°C, ficando no grupo Aa. Em RGNC, os menores valores foram observados nas médias de tronco e galho (300°C), sob letras Cb. Para RGC, os maiores rendimentos pertencem a tronco e galho.

Temperaturas mais altas durante o processo de carbonização estão associadas a um baixo rendimento em carvão vegetal, uma vez que a volatilização de compostos aumenta com a temperatura (PROTÁSIO et al., 2014).

A DA do clone VM 058 (450°C) foi maior, sendo agrupado em Aa. Os demais clones foram menores, agrupadas em Bb. As médias de DA de galhos e raízes (450°C e 300°C) que estão no grupo Aa, são diferentes em relação a tronco (450°C e 300°C) do grupo Ba.

Há uma relação direta entre a DA e a quantidade de energia no carvão vegetal (Oliveira et al., 2010; Santos et al., 2008).

Com a aplicação do teste de Tukey a 95%, não houve diferença para a química imediata avaliando CF, MV e CZ para clones e temperaturas, onde todos foram agrupados sob letras Aa. Quanto a rendimento dos resíduos nas duas temperaturas CF, MV e CZ foram agrupados sob letras Aa, indicando que não apresentam diferença, exceto CZ (450°C) que teve variação entre os resíduos, indicado pela letra B.

Os níveis de CZ e MV do carvão vegetal devem ser os mais baixos possíveis, pois possuem uma relação inversa com os teores de carbono fixo. Carvão com elevado teor de carbono fixo tende a apresentar maior eficiência energética, tendo queima mais lenta e uniforme (COSTA et al., 2014; CHAVES et al., 2013).

## CONCLUSÕES

Os diferentes resíduos dos clones de *Eucalyptus* cultivados no município de Vitória da Conquista, apresentaram qualidade satisfatória para produção de carvão vegetal para uso doméstico. Os carvões i144 G, 144 R, vm 058 T e vm 058 R carbonizados a 450 °C não atenderam os padrões mínimos de qualidade estabelecidas pela norma PMQ 3-03. Destacam-se os carvões produzidos em temperatura final de 300 °C, os quais apresentaram características mais adequadas para uso doméstico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CHAVES, A. M. B.; MELIDO, R. C. N.; VALE, A. T.; ZOCH, V. P. Características energéticas da madeira e carvão vegetal de clones de *Eucalyptus spp.* *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer* - Goiânia, v. 9, n. 17, p. 533-542, 2013.
2. COSTA, T. G. C.; BIANCHI, M. L.; PROTÁSIO, T. P.; TRUGILHO, P. F.; PEREIRA, A. J. Qualidade da madeira de cinco espécies de ocorrência no cerrado para produção de carvão vegetal. *Cerne*, v. 20, n. 1, p. 37-45, 2014.
3. MENDES, M. G.; GOMES, P. A.; OLIVEIRA, J. B. de. Propriedades e controle de qualidade do carvão vegetal. In: Produção e utilização de carvão vegetal. Belo Horizonte: **CETEC**, p. 74-89, 1982.
4. OLIVEIRA, A. C. et al. Parâmetros da qualidade da madeira e do carvão vegetal de *Eucalyptus pellita* F. Muell. *Scientia Forestalis*, v. 38, n. 87, p. 431-439, 2010.
5. PROTÁSIO, T. de P.; GOULART, S. L.; NEVES, T. A.; RAMALHO, F. M. G.; QUEIROZ, L. M. R. S. B.; TRUGILHO, P. F. Qualidade da madeira e do carvão

vegetal oriundos de floresta plantada em Minas Gerais. ***Pesquisa Florestal Brasileira***, Colombo, v. 34, n. 78, p. 111-123, 2014.

6. SANTOS, I. D. **Influência dos teores de lignina, holocelulose e extrativos na densidade básica e contração da madeira e nos rendimentos e densidade do carvão vegetal de cinco espécies lenhosas do cerrado.** 2008. 57 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Brasília, 2008.
7. SÃO PAULO. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. **Resolução nº 40 SAA, de 14 de dezembro de 2015.**