



EFEITO DA TEMPERATURA FINAL DE CARBONIZAÇÃO DA MADEIRA DE *EUCALYPTUS* SP. NA EMISSÃO DE GASES NÃO CONDENSÁVEIS E NO RENDIMENTO EM CARVÃO VEGETAL

¹**Lucas de Freitas Fialho** (l.freitasfialho@gmail.com), ¹**Clarissa Gusmão Figueiró** (clarissagfigueiro@gmail.com), ²**Angélica de Cássia Carneiro Oliveira** (cassiacarneiro1@gmail.com), ²**Benedito Rocha Vital** (bvital@ufv.br)

Universidade Federal de Viçosa

Departamento de Engenharia Florestal, Av. P. H. Rolfs s/n Viçosa - MG.

¹Graduando em Engenharia Florestal

² Professor do Departamento de Engenharia Florestal

RESUMO: Os poluentes contidos na fumaça da carbonização podem ser classificados em três categorias: Pós e partículas em suspensão, gases não condensáveis e compostos orgânicos condensáveis. A fração liberada como gases não condensáveis, é constituída, prioritariamente, por dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), metano (CH_4), hidrogênio (H_2) e hidrocarbonetos (C_nH_n). Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da temperatura final de carbonização de madeira de *Eucalyptus* sp. na emissão de gases não condensáveis. Foram conduzidas carbonizações em forno elétrico tipo mufla para verificar as emissões de gases. Para isso foi necessário calcular um fator de emissão de cada gás (kg gás/ton madeira) para diferentes temperaturas finais. Realizaram-se 3 repetições (carbonizações) com madeira de *Eucalyptus* sp. para as temperaturas finais de 400°C, 550°C e 700°C, totalizando 9 carbonizações. Encontrou-se como resultado que as liberações de CO_2 e CO tornaram-se significativas a partir dos 200°C, atingido picos médios de 9,32% e 11,12% respectivamente, aos 300°C. Já o CH_4 apresenta uma evolução contínua a partir dos 300°C, atingindo seu pico aos 600°C, onde são observados valores médios de 6,4%. Conclui-se que o aumento gradual da emissão de gases ocorre com o aumento da temperatura final da carbonização, simultaneamente, o rendimento em carvão vegetal caiu.

Palavras Chave: carbonização, gases não condensáveis, temperatura final de carbonização

EFFECT OF FINAL TEMPERATURE CARBONIZATION OF *EUCALYPTUS* SP. ON THE ISSUE OF NON-CONDENSABLE GASES AND YIELD CHARCOAL

ABSTRACT: The pollutants contained in the smoke of charring can be classified into three categories: Powders and particulate matter, non-condensable gases and condensable organic compounds. The fraction released as non-condensable gases, consists primarily of carbon dioxide (CO_2), carbon monoxide (CO), methane (CH_4), hydrogen (H_2) and hydrocarbons (C_nH_n). This study aimed to evaluate the influence of the final carbonization temperature of *Eucalyptus* sp. the issuance of non-condensable gases. Carbonizations were conducted in a muffle electric furnace to verify gas emissions. Was necessary to calculate an emission factor for each gas (kg gas / ton wood) for different final temperatures. There were 3 replicates (carbonizations) with *Eucalyptus* sp. to the final temperature of 400 ° C, 550 ° C and 700 ° C, a total of 9 carbonizations). It was found as a result that releases CO_2 and CO become significant from 200 ° C, average peak reached 9.32% and 11.12 %, respectively, at 300 ° C. Since CH_4 has a continuous evolution from 300 ° C peaking at 600 ° C, where average peak reached 6.4 % is observed. It follows that the gradual increase of emissions occurs with increasing final temperature of carbonization, while the yield of charcoal dropped with increasing final temperature carbonization

Keywords: carbonization, non-condensable gases, final carbonization temperature

1. INTRODUÇÃO

O segmento siderúrgico continua sendo um dos poucos que ainda não se recuperou totalmente da crise financeira do final de 2008. Nesse contexto, o setor de Siderurgia a Carvão Vegetal apresentou trajetória semelhante, com alguns agravantes. A China reduziu as compras do nosso ferro-gusa, e os americanos continuaram comprando volumes ainda reduzidos em relação aos anos anteriores. Esses fatores refletiram, de maneira expressiva, no mercado nacional de carvão vegetal, importante insumo utilizado na produção de ferro-gusa e ferro-ligas. (ABRAF, 2013)

O consumo de carvão vegetal exclusivamente de florestas plantadas, no entanto, vem apresentando comportamento diferente do setor de Siderurgia a Carvão Vegetal ao longo dos últimos anos. Observou-se o crescimento da ordem de 61,4% entre 2009 e 2012. O aumento do consumo de carvão de vegetal, em especial originado das florestas plantadas, decorreu de vários fatores, dentre os quais pode-se destacar as exigências e a pressão constante dos grandes consumidores nacionais e internacionais de ferro-gusa para redução ou até eliminação da utilização de carvão de áreas nativas, aliado às exigências ambientais nacionais, cada vez mais intensas, por meio de leis e regulamentos. Observa-se, essa forma, uma elevação progressiva do consumo de carvão originado de plantações florestais na produção de gusa no país. As grandes consumidoras de carvão vegetal – indústrias independentes ou integradas de produção de ferro-gusa e ferro-ligas – estão aumentando a eficiência do processo de carbonização da madeira e do processo industrial com a finalidade de aprimorar a sustentabilidade ambiental, econômica e social da produção de carvão vegetal e siderúrgica. (ABRAF 2013)

Processos de pirólise que visam potencializar a produção de carvão vegetal, na prática recebem a denominação de carbonização, sendo que, além do carvão, produz matéria volátil parcialmente condensável (BRITO, 1990). A tabela 01 descreve as etapas do processo de carbonização da madeira (LEPAGE, 1987; QUIRINO, 2002).

Tabela 1 - Curso do processo de carbonização de madeira

Faixa de temperatura (°C)	Zona	Pirólise
Até 200	A	Processo endotérmico; Liberação de H ₂ O, traços de CO ₂ , HCOOH, CH ₃ COOH e glioxal; Madeira fica carbonizada acima de 95 °C (em alguns casos).
200 a 280	B	Processo endotérmico; Liberação de H ₂ O, CO ₂ , HCOOH, CH ₃ COOH e glioxal e um pouco de CO.
280 a 500	C	Processo exotérmico. Ocorrem reações secundárias com os produtos da pirólise primária; Liberação de CO, CH ₄ , HCHO, CH ₃ COOH, CH ₃ OH, H ₂ e alcatrões; Forma-se o resíduo de pirólise: carvão vegetal.
Acima de 500	D	Reações de H ₂ O e CO ₂ com o carvão, formando CO, H ₂ e HCHO; Reações de pirólise dos gases efluentes da zona C.

Apesar de o Brasil ser o maior produtor mundial de carvão vegetal, a maioria das indústrias, historicamente, não demonstra tendências à inovação e adoção de tecnologias aperfeiçoadas nas atividades de carbonização. A produção de carvão vegetal no Brasil ainda é feita nos moldes tradicionais, caracterizada por baixa eficiência energética e não