



GASES DE EFEITO ESTUFA PRODUZIDOS PELA COMBUSTÃO DE BIOMASSA DE EUCALIPTO EM LABORATÓRIO

Emiliana B. de Amorim², Turibio G. Soares Neto¹, João A. de Carvalho Junior² e Fabiana F. Dias¹.

¹Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Laboratório Associado de Combustão e Propulsão. (turibio@lcp.inpe.br).

²Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Departamento de Energia.

INTRODUÇÃO

A combustão de biomassa ocorre em três fases: ignição, chama e incandescência. A fase de chama é aquela na qual as maiores taxas de emissão de CO₂ and NO_x ocorrem e a temperatura é a mais alta. A fase de incandescência é caracterizada pelas mais altas emissões de CO and CH₄. As plantações de Eucalipto são uma fonte potencial de biomassa para bioenergia. Testes em laboratório foram conduzidos para se determinar as propriedades combustíveis da espécie *Eucalyptus gunnii*. Os valores médios caloríficos foram 17,60 MJ kg⁻¹ para material folhoso e 17,09 MJ kg⁻¹ para a madeira em si. Tais valores são menores que os valores reportados para outros tipos de Eucalipto.

O impacto no meio ambiente também é frequentemente discutido, pois a alta produtividade do Eucalipto pode fornecer grandes quantidades de biomassa e reduzir as emissões de gases de efeito estufa (gases produzidos a partir da combustão de combustíveis fósseis). Experimentos também determinaram as propriedades químicas e de combustível de plantações de *Eucalyptus globulus*. Concluiu-se que este tipo de biomassa possui propriedades adequadas para utilização como combustível de aquecimento e geração de energia. Tais experimentos podem ser generalizados para outras espécies de Eucalipto.

Em adição, o potencial de energia a partir de resíduos de plantações de Eucalipto foi investigado e se concluiu que os mesmos podem ser utilizados de uma maneira lucrativa e podem também reduzir a emissão de gases de efeito estufa.

Este trabalho apresenta e discute resultados obtidos em experimentos de combustão de biomassa de Eucalipto em Laboratório, nos quais efeitos de tamanho de espécie, inclinação da bandeja e vazão de ar foram investigados em relação aos fatores de emissão de CO₂, CO e CH₄.

MEDODOLOGIA

Neste trabalho utilizou-se a técnica de Cromatografia Gasosa com Detector de Ionização de Chama e Analisadores de Gases específicos, para calcular a concentração média em ppm dos gases emitidos. Os testes foram conduzidos no aparato experimental apresentado na Figura 1 e os gases CO₂, CO e CH₄ foram coletados em garrafas conforme a Figura 2.

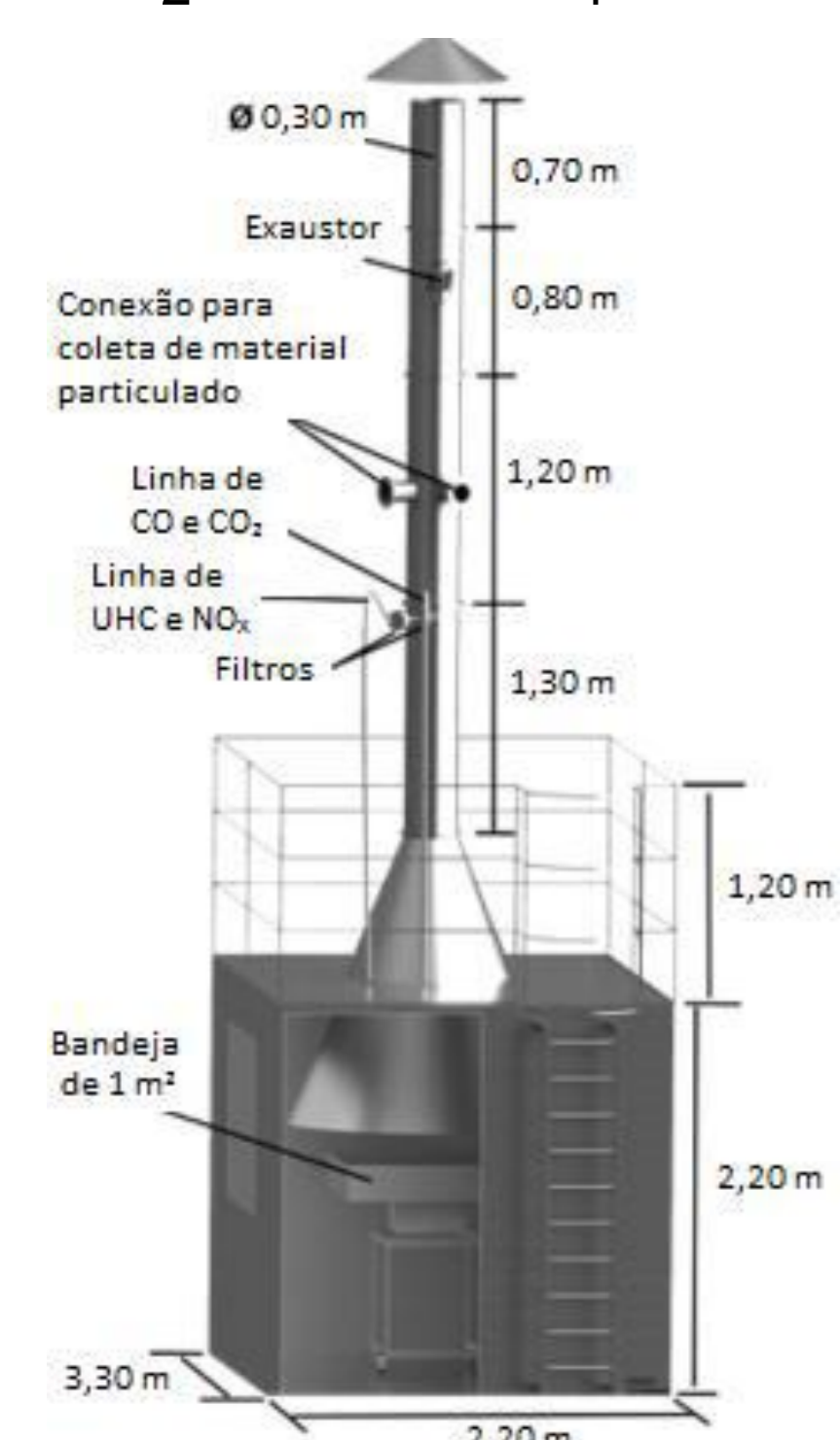


Figura 1- Aparato experimental para queima de biomassa.

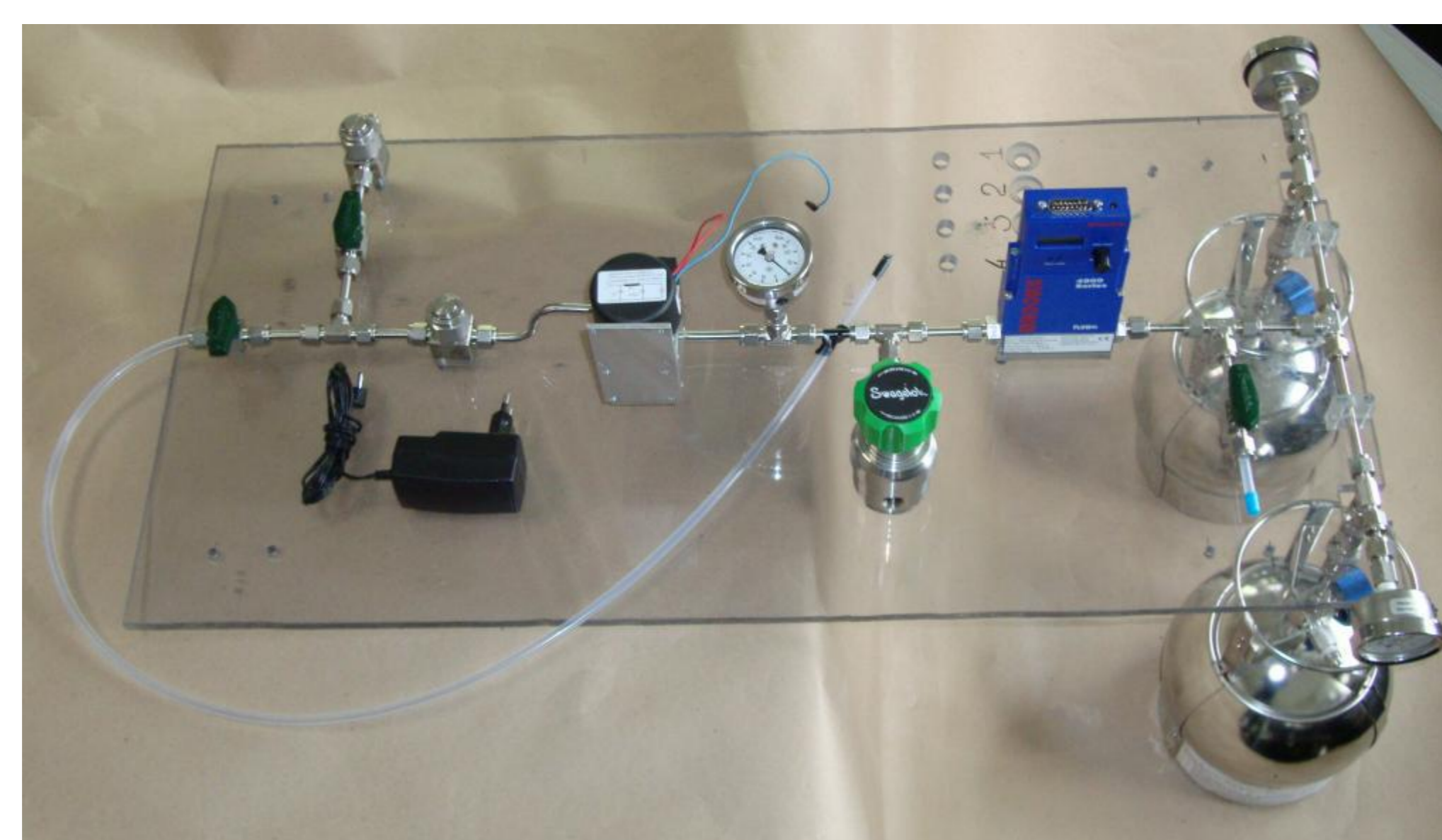


Figura 2- Sistema de amostragem de gases com controlador de vazão.

Para quantificar os gases de interesse contidos nas amostras coletadas, uma curva de calibração foi confeccionada para cada espécie. Para este propósito, foram realizadas análises de três padrões de concentração conhecida, certificados pela Air Liquide.

RESULTADOS

Segundo a Literatura o Eucalipto possui em média a seguinte composição elementar: 49% C; 5,9% H; 44% O; 0,03% N; 0,01% S e 0,7% cinza. Em adição, sua análise aproximada determina que 81,4% se refere a material volátil, 0,8% cinza e 17,8% carbono fixo. Tomando esta composição de massa média e negligenciando os conteúdos de S e N, tem-se que a composição elementar do combustível é de: 17,8% C (carbono fixo); 31,3% C (material volátil); 5,9% H; 44,2% O e 0,8% cinzas. O Fator de Emissão é um índice de poluição que indica a quantidade de poluente específico produzido por uma certa quantidade de biomassa queimada. Os Fatores de Emissão obtidos no experimento são calculados pela Equação abaixo e estão mostrados na Tabela 1.

$$FE_x = \frac{V_{Total - chaminé}}{m_{(combustível\ base\ seca)}} \left[\frac{[]_x \cdot M_x}{V_{X(1\ mol\ a\ Patm\ e\ 0^\circ C)}} \right] \left[\frac{g_x}{kg_{combustível}} \right]$$

Variável	Significado
[] _x	Concentração média do gás X
(M) _x	Massa molar do gás

Tabela 1- Fatores de emissão obtidos.

Experimento	Fator de Emissão (g kg ⁻¹)		
	CO	CH ₄	CO ₂
1	53	3,6	1387
a	50	3,0	1484
b	33	3,0	1388
ab	40	2,8	1441
c	57	3,6	1310
ac	48	2,6	1491
bc	77	3,9	1206
abc	45	2,8	1494
Média	50	3,2	1400
Desvio Padrão	13	0,5	101

Na Tabela 1, a variável A representa o tamanho da amostra (nível mais alto < 2,5 cm e nível mais baixo > 2,5 cm), B representa a inclinação da bandeja (nível mais alto de 0° e nível mais baixo de 10°) e variável C é equivalente a taxa de vazão de ar (nível mais alto de 350 m³ h⁻¹ e nível mais baixo de 700 m³ h⁻¹). O experimento (1) foi realizado com as três variáveis no nível mais baixo; experimento (a) representa aquele realizado com a variável A no nível mais alto e as outras variáveis no nível mais baixo; experimento (b) representa aquele realizado com a variável B no nível mais alto e as outras no nível mais baixo; (ab) representa o experimento realizado com as variáveis A e B no nível mais alto e a variável C no nível mais baixo; e assim por diante.

A taxa média do consumo da queima de Eucalipto em Laboratório para os experimentos realizados foi de 63,2%. Nestes experimentos obtiveram-se fatores médios de emissão de CO₂, CO, CH₄ de: 1437, 46 e 3,15 g kg⁻¹ de biomassa seca, respectivamente. Em experimentos realizados por outros autores, foi quantificado que uma floresta de Eucalipto de 20 anos produz cerca de 342 t ha⁻¹ de biomassa seca total. Assumindo a eficiência de queima de 63,2%, pode-se então estimar que a queima de 1 ha de floresta de Eucalipto com 20 anos produz cerca de 311.599 kg de CO₂, 9.943 kg de CO e 681 kg de CH₄. Quando por sua vez se considera o consumo de Eucalipto no campo de 50%, estima-se que esta mesma floresta de Eucalipto (20 anos) emitiria cerca de 245.727 kg de CO₂, 7.866 kg de CO e 537 kg de CH₄. Este valor pode variar em função da idade da floresta.

CONCLUSÃO

Os experimentos produziram os seguintes resultados para os Fatores de Emissão médios: 1400 ± 101 g kg⁻¹ de CO₂, 50 ± 13 g kg⁻¹ de CO e 3.2 ± 0.5 g kg⁻¹ de CH₄. Tais valores obtidos são próximos aos valores publicados na Literatura para experimentos conduzidos em Laboratório e podem ser extrapolados para experimentos em campo.