



## CARACTERIAÇÃO DO BIO-ÓLEO COMO FONTE ENERGÉTICA

Ariane Urtado<sup>1</sup>; Wyllian Winckler Sartori<sup>2</sup>; Marina Moura Morales<sup>3</sup>; Hélio Tonini<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Graduada UFMT Sinop-MT, arianeurtado\_bef@hotmail.com

<sup>2</sup> Graduando UFMT Sinop-MT, wyllianws@hotmail.com

<sup>3</sup> Dra. Pesquisadora, Embrapa Florestas, Sinop-MT, marina.morales@embrapa.br

<sup>4</sup> Dr. Pesquisador, Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop-MT, helio.tonini@embrapa.br

### 1. INTRODUÇÃO

O domínio do fogo deu ao homem os primeiros passos para o seu desenvolvimento, entre os processos de conversão da madeira em energia, o mais clássico é a carbonização. O processo de carbonização consiste na decomposição térmica da biomassa sob ação do calor, na presença de quantidades controladas de ar, gerando carvão vegetal, diferentes produtos líquidos (bio-óleo e extrato ácido) e gasosos.

O processo apresenta rendimento em torno de, 35% de sólido, 30% de líquidos e 35% de gases. O produto principal da carbonização é o carvão vegetal, largamente usado na produção de energia, já a fração líquida é dividida em duas fases; uma aquosa, que pode ser usada como pesticida, fertilizante e outra composta de óleo secundário, que pode ser usado como combustível.

O carvão vegetal possui grande importância econômica no cenário energético, como forma alternativa na geração de energia, já o bio-óleo ainda tem uso incipiente para este fim.

O Mato Grosso produziu em 2012, 55 mil toneladas de carvão vegetal (IBGE, 2014), principalmente, para a demanda energética das indústrias de minério, alimentícias e cimento. Somando-se à produção de carvão vegetal, estima-se que a produção de seus subprodutos líquidos, como o extrato ácido seja de 5,9 toneladas (equivalente a 5,9 bilhões de litros) e o bio-óleo de 1 tonelada (equivalente a 900 litros).

O Bio-óleo é solúvel em solventes polares, mas imiscível em hidrocarbonetos. É instável, podendo sofrer polimerização e condensação ao longo do tempo por reações que podem ser favorecidas pela temperatura e que na presença de ar e luz, resultam na formação de produtos que aumentam a viscosidade e promovem a separação de fases (BRIDGWATER, 2002).



As principais desvantagens do uso de bio-óleo como combustível são a baixa volatilidade, a alta viscosidade, formação de coque e corrosividade, o que limita o uso para queima em motores a diesel. Entretanto, o bio-óleo tem sido usado com sucesso em caldeiras e turbinas modificadas (BRIENS et al., 2008). Portanto, visando o incremento econômico na cadeia produtiva do carvão vegetal, com o uso do bio-óleo como combustível e consequente redução do passivo ambiental gerado por este produto, justifica-se avaliar a eficiência do bio-óleo como fonte energética.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1. Produção do Bio-óleo e extrato ácido**

O Bio-óleo (BO) foi produzido na empresa ML da Silveira, localizada no município de Sinop, MT. Foram carbonizados resíduos de serraria da espécie madeireira Cambará (*Qualea sp.*) em forno do tipo “rabo quente”, com temperatura em torno de 500°C e tempo médio de residência de 72 horas. A amostra de bio-óleo foi coletada, após a separação natural das frações.

### **2.2. Determinação energética do bio-óleo**

O bio-óleo, em triplicata, foi submetido a análise do poder calorífico superior pelo calorímetro Parr 6400. A densidade foi realizada em béqueres previamente calibrados. Para isso, foi pesado 30 g de água à 25°C, obtendo-se o volume do béquer pela densidade, obtida mediante consulta da tabela de densidade da água à 25°C. Em seguida o bio-óleo foi aquecido em banho maria à 60°C, para diminuir a viscosidade e permitir a transferência ao béquer até o menisco. Logo após as amostras foram mantidas em local fresco à temperatura de 25°C, acrescentando bio-óleo até o menisco quando necessário, medindo-se a massa. A temperatura do bio-óleo foi medida com termômetro infravermelho 466 a+ Homis. A análise elementar de carbono, hidrogênio, nitrogênio e enxofre foi realizada em triplicata pelo analisador CHNS – Elementar vario MACRO cube e o oxigênio obtido por cálculo. A análise imediata (carbono fixo, voláteis e cinzas) foi realizada por análise gravimétrica em forno mufla. Todas as análises respeitaram as NBRs vigentes.



### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Bio-óleo possui alto teor de oxigênio (22,78%) e de água (28,26%), maior densidade (1,43 g ml<sup>-1</sup>), e seu poder calorífico superior (22,077 MJ kg<sup>-1</sup>), o que representa cerca de 50% do poder calorífico do Petróleo (MULLEN, BOATENG, 2008), Tabela 1.

**Tabela 1.** Potencial energético do bio-óleo

| <b>Bio-óleo de Cambará (<i>Qualea sp.</i>)</b>        |        |
|---|--------|
| <b>Poder calorífico superior (MJ kg<sup>-1</sup>)</b> | 22,077 |
| <b>Densidade (g ml<sup>-1</sup>)</b>                  | 1,43   |
| <b>C (%)</b>  | 52,5   |
| <b>H (%)</b>  | 7,1    |
| <b>N (%)</b>  | 0,9    |
| <b>S (%)</b>  | 0,2    |
| <b>O (%)</b>  | 22,78  |
| <b>Umidade (%)</b>                                    | 28,26  |
| <b>Poder Calorífico inferior (MJ kg<sup>-1</sup>)</b> | 19,419 |
| <b>Voláteis (%)</b>                                   | 53,53  |
| <b>Cinzas (%)</b>                                     | 16,52  |
| <b>Carbono Fixo (%)</b>                               | 29,95  |

O Bio-óleo apresentou teor de nitrogênio elevado (0,9%) quando comparado aos teores encontrados por Huber e Corma (2007), trabalhando com bio-óleo de pirólise rápida e petróleo, com valores respectivos de 0,2% e 0,3%. Os mesmos autores citam os valores de 54 a 58% de carbono para bio-óleo de pirólise rápida, próximo ao obtido pelo bio-óleo avaliado (52,5%), entretanto abaixo dos obtidos para bio-óleo de liquefação com 73% e para petróleo com 85%.

O hidrogênio corroborou com a literatura apresentando valor de 7,1%, assim como o bio-óleo de pirólise rápida com intervalo de 5,5 – 7%, bio-óleo de liquefação com 8% e petróleo com 11%. Segundo Bridgwater et al. (2002) a composição elementar do bio-óleo, de modo geral, é de 48,5% de carbono, 6,4% de hidrogênio e 42,5% de oxigênio e com poder calorífico de 17,5 MJ kg<sup>-1</sup>, podendo observar assim que os valores de porcentagem de C e H apresentados no estudo estão acima do encontrado pelo mesmo autor, em contrapartida o valor de O se encontra muito abaixo do citado, com 22,78%.

A relação carbono e hidrogênio está relacionado ao poder calorífico individual de cada componente em particular. Um combustível é constituído, sobretudo de hidrogênio e carbono,



tendo o hidrogênio o poder calorífico de  $28700 \text{ Kcal kg}^{-1}$  enquanto que o carbono é de  $8140 \text{ Kcal kg}^{-1}$ , por isso, quanto maior o teor de hidrogênio tiver o combustível maior será o seu poder calorífico.

O teor de enxofre no bio-óleo foi de 0,2%, menor que o valor determinado para óleo diesel (0,9%) (BRIDGWATER et al., 2001), sendo assim menos corrosivo para motores de combustão interna. O enxofre é um elemento químico indesejável para os motores de combustão interna por corroer partes metálicas do motor, como mancais, guias de válvulas, etc. Se a concentração desse elemento for elevada, as emissões de material particulado também serão elevadas, assim como as emissões de poluentes, acarretando prejuízos ao meio ambiente.

O teor de carbono fixo do bio-óleo foi de 29,95% e quanto maior este valor mais lento é o processo de queima, implicando maior tempo de residência dentro dos motores de queima, em comparação com outros que tenham menor teor de carbono fixo (BRITO; BARRICHELLO, 1981).

O teor de voláteis do bio-óleo foi de 53,53%, quanto maior o teor de voláteis maior o poder de ignição, embora o processo de combustão seja mais rápido o controle é menos eficaz. O teor de cinzas foi de 16,52%, estas são corrosivas e, frequentemente, incrustam nas paredes onde é queimado, trazendo prejuízos no processo de queima e no tempo de vida útil do motor.

#### 4. CONCLUSÃO

O bio-óleo apresentou potencial para uso energético, entretanto para uso em caldeiras e turbinas modificadas, visto a alta densidade e corrosividade.

#### 5. AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Mato Grosso – FAPEMAT pelos recursos obtidos pelo projeto

#### 6. REFERÊNCIAS

IBGE. SIDRA. **Tabela 289 - Quantidade produzida na extração vegetal, por tipo de produto extrativo.** [s. l.]: SIDRA, 2014. Disponível em:



<<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=289&z=t&o=18>>. Acesso em: 26 fev 2014.

HUBER, G.W.; CORMA, A. Synergies between bio- and oil refineries for the production of fuels from biomass. **Angewandte Chemie-International Edition**, v. 46, n. 38, p. 7184-7201, 2007.

BRIDGWATER, A.V.; CZERNICK, S.; PIRKORZ, J. An Overview of Fast Pyrolysis. In: **Progress in thermochemical biomass conversion**. Malden: Blackwell Sciences, 2001.

BRIDGWATER, A.V.; TOFT, A.J.; BRAMMER, J.G. A techno-economic comparison of power production by biomass fast pyrolysis with gasification and combustion. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, v. 6, n. 6, p. 181-248, 2002.

BRIENS, C.; PISKORZ, J.; BERRUTI, F. Biomass valorization for fuel and chemicals production - a review. **International Journal of Chemical Reactor Engineering** [online], v. 6, n. 1, 2008.

MULLEN, C. A.; BOATENG, A. A. Fast Pyrolysis and Bio-oil Production from Agricultural Residues and Energy Crops. In: SYMPOSIUM ON BIOTECHNOLOGY FOR FUELS AND CHEMICALS, 30., 2008, New Orleans, LA. **Posters...** Fairfax, VA: Society for Industrial Microbiology, 2008. Poster 4-47. Disponível em:  
<<http://afrsweb.usda.gov/SP2UserFiles/Place/36200000/ERRC-P2.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2013.

BRITO, J.O.; BARRICHELO, L.E.G. Considerações sobre a produção de carvão vegetal com madeiras da Amazônia. **Série Técnica IPEF**, v. 2, n. 5, p. 1-25, 1981.