

SEMINÁRIO ENGENHARIA DE ENERGIA NA AGRICULTURA



Acta Iguazu

ISSN: 2316-4093

Análise das características químicas e energéticas de blendas de farelo de soja com bagaço de cana e serragem de eucalipto

Bruna Hochscheidt¹, Fabiana da S. Pieta¹, Aline Bavaresco², Adriana Ferla de Oliveira²

¹Universidade Federal do Paraná – UFPR –Tecnóloga em Biocombustíveis

²Universidade Federal do Paraná – UFPR, Setor Palotina–Departamento de Engenharia e Exatas, Palotina-PR.

E-mail: brunahochscheidt@gmail.com, fabipietasl@gmail.com, aline.bava@gmail.com, adrianaferla04@gmail.com

Resumo: Entre as várias fontes para produção de energia, a biomassa vegetal apresenta um grande potencial de crescimento, embora seja considerada ultrapassada para alguns. Vários estudos buscam melhorar a qualidade e a seleção das matérias - primas e técnicas para o uso da biomassa energética. Diante da necessidade de se conhecer as características das mais variadas matérias - primas, o objetivo deste estudo foi a caracterização físico - química e energética de blendas de farelo de soja com bagaço de cana e serragem de eucalipto. Para os ensaios propostos foram determinados por análise imediata os teores de materiais voláteis (TMV), carbono fixo (TCF) e cinzas (TCZ) e o poder calorífico superior (PCS). O acréscimo do percentual de farelo de soja nas blendas elevou o PCS e TCZ, no entanto, este ainda é considerado baixo não comprometendo o processo de combustão. Pelos resultados obtidos verifica-se que as blendas possuem potencial para serem utilizadas como biomassa energética e também podem ser submetidas a estudos futuros de compactação para produção de briquetes.

Palavras-chave: Biomassa Vegetal, Energia, Análise Imediata.

Analysis of the chemical and energetic characteristics of soybean meal blends with sugarcane bagasse and eucalyptus sawdust

Abstract: Among the various sources for energy production, the biomass offers a great potential for growth in the coming years, although it is considered outdated for some people. Several studies search to improve the quality and selection of raw materials and techniques for the use of energy biomass. Facing the need to know the characteristics of the most varied raw materials, the objective of this study was the physical-chemical and energy properties of soybean meal blends with sugarcane bagasse and blends of Eucalyptus. For the proposed tests, the volatile materials (TMV), fixed carbon (TCF) and ash (TCZ) and the upper calorific value (PCS) were determined by immediate analysis. The increase in the

percentage of soybean meal in the blends raised the PCS and TCZ, however, it is still considered low and does not compromise the combustion process. The results show that the blends have the potential to be used as energy biomass and can also be submitted to future compaction studies for the production of briquettes.

Keywords: Biomass offers, Energy, Immediate analysis

Introdução

A biomassa é uma das fontes para produção de energia com maior potencial de crescimento nos próximos anos. Tanto no mercado internacional quanto no interno, ela é considerada uma das principais alternativas para a diversificação da matriz energética e a consequente redução da dependência dos combustíveis fósseis. Dela é possível obter energia elétrica e biocombustíveis, como o biodiesel e o etanol, cujo consumo é crescente em substituição a derivados de petróleo como o óleo diesel e a gasolina (ANEEL, 2008).

No Brasil, a grande extensão territorial, quase toda localizada em regiões tropicais e chuvosas, oferece excelentes condições para a produção e o uso energético da biomassa em larga escala. Desde os primórdios da história da civilização, a vegetação se constituiu como uma fonte energética, sendo utilizada em atividades domésticas e, posteriormente, em atividades manufatureiras e industriais (BELLEZONI, 2015).

A implementação e difusão de tecnologias de adensamento lignocelulósico (briquetagem) surge como uma alternativa concreta para o fornecimento aos consumidores de biocombustíveis sólidos para geração de calor. O briquete é uma peça sólida de biomassa comprimida gerado a uma temperatura de 170 a 270 °C em uma câmara de briquetagem visando a decomposição parcial da lignina, apresentando peças cilíndricas ou hexagonais (GENTIL, 2008).

Para a produção de briquetes é necessário a seleção de biomassas vegetais que comporão os mesmos e que possuam determinadas características que os tornem aptos para a geração de energia térmica. Dessas características, o poder calorífico e algumas propriedades físicas e químicas (composição química elementar e imediata); teor de umidade; poder calorífico; teor de cinzas, etc., tem influência direta sobre a viabilidade do uso do material como combustível (TAVARES e SANTOS, 2013).

Segundo McKendry (2002) o teor de voláteis é a parte da biomassa que evapora como um gás (incluindo umidade) por aquecimento, ou seja, o teor de voláteis é quantificado medindo-se a fração de massa da biomassa que volatiliza durante o aquecimento de uma amostra padronizada e previamente seca, em atmosfera inerte, até

temperaturas de aproximadamente 850°C, determina a facilidade com que uma biomassa queima.

O percentual de carbono fixo presente estabelece a quantidade de calor gerado, sendo que quanto maior este percentual mais lentamente o combustível irá queimar (STURION et al., 1988). O teor de carbono fixo está relacionado à quantidade de cinzas e voláteis, pois o mesmo representa a massa restante após a saída de compostos voláteis, excluindo as cinzas e teores de umidade.

Segundo Hoffmann (2010) um alto teor de cinzas leva a uma diminuição da eficiência devido ao aumento do consumo de oxigênio para derreter as cinzas. Como a umidade, o teor de cinzas também interfere no poder calorífico causando perda de energia, além de prejudicar a transferência de calor.

Segundo Quirino (2000), o poder calorífico é a quantidade de calor liberadas por um material em sua combustão completa. Ainda para Nogueira (2003), quando ocorre combustão completa de uma unidade de combustível este libera energia térmica e é geralmente medido em termos da energia por conteúdo por unidade de massa ou volume.

Diante do exposto, o seguinte trabalho tem como objetivo verificar as características físico - químicas e energéticas de blendas de farelo de soja com bagaço de cana e serragem de eucalipto.

Materiais e Métodos

A madeira utilizada para a produção das blendas é de *Eucalyptus grandis Hill ex-Maiden*, de 13 anos de idade, proveniente de um plantio comercial a partir de sementes localizado no município de Palotina- PR. O bagaço de cana-de-açúcar foi coletado na feira municipal e o farelo de soja foi obtida a partir da extração de óleo no Laboratório de Química Orgânica na Universidade Federal do Paraná - Setor Palotina.

A serragem da madeira e o bagaço de cana-de-açúcar após serem secos em estufa a 105°C até massa constante foram moídos em um moinho de facas tipo Willey, utilizando-se uma peneira de 2 mm para a segregação do material e posterior análise química imediata e determinação do poder calorífico do material. O farelo de soja que já estava triturado foi seco nas mesmas condições que a serragem e o bagaço de cana-de- açúcar.

As blendas foram numeradas de 1 a 14, sendo que de 1 à 7 referem-se à mistura do bagaço de cana-de-açúcar com o farelo de soja, e de 8 à 14 do eucalipto com o farelo de

soja. As análises químicas imediatas foram realizadas em duplicata, segue a Tabela 1 com as proporções das misturas utilizadas.

Tabela 1. Ensaio das blendas em função da composição percentual de bagaço de cana-de-açúcar X farelo de soja e de serragem de eucalipto X farelo de soja.

Ensaio	Bagaço de cana-de-açúcar (%)	Farelo de soja (%)
1	100	0
2	90	10
3	80	20
4	70	30
5	60	40
6	50	50
7	0	100

Ensaio	Serragem eucalipto (%)	Farelo de soja (%)
8	100	0
9	90	10
10	80	20
11	70	30
12	60	40
13	50	50
14	0	100

As blendas foram submetidas a análise química imediata para determinar o teor de materiais voláteis (TMV), teor de carbono fixo (TCF) e o teor de cinzas (TCZ) de acordo com a norma NBR 8112 (ABNT, 1986). O poder calorífico superior (PCS) foi determinado pela norma NBR 8633 (ABNT, 1984).

Resultados e discussão

A composição química imediata se refere ao conteúdo percentual do carbono fixo, materiais voláteis, cinzas e eventualmente umidade, baseado na massa do combustível. O conteúdo de voláteis expressa a facilidade de se queimar o material e o carbono fixo o tempo

de queima. Logo, pelo conhecimento desses dois índices percentuais, pode-se estimar o grau de combustão de uma biomassa e o tempo de queima da mesma (TAVARES e SANTOS, 2013). Na Figura 1 pode-se verificar que o Teor de Carbono Fixo e Teor de Material Volátil para os 14 ensaios.

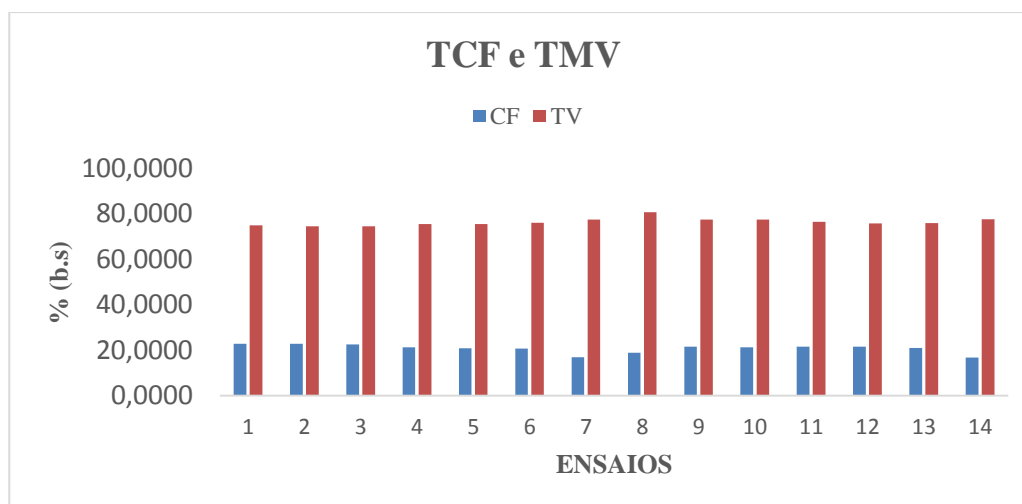


Figura 1. TCF e TMV para os ensaios.

A medida que se aumentou a porcentagem de farelo de soja na mistura com o bagaço de cana o teor de material volátil também aumentou. Para Werther et al. (2000) este teor para o farelo de soja foi de 69,6%, entretanto neste estudo os valores foram superiores 77,6 % e 77,7% (Ensaio 7 e 14). No estudo de Rocha et al. (2004) o bagaço de cana apresentou teor de materiais voláteis de 79,7%, já para Jenkins et al. (1998) este teor foi de 85,61% e para Paula et al. (2011) de 82,3%, neste estudo foi de 75,1 % (Ensaio 1).

O teor de carbono fixo presente no bagaço de cana (Ensaio 1) foi de 22,8%, enquanto que Paula et al. (2011) e Katyal et al. (2003) determinaram valores inferiores 17,16% e 12,7% respectivamente. Segundo Werther et al. (2000) para o farelo de soja foi encontrado 19%, já neste estudo foi de 16%. Neste caso a medida que vai aumentando a quantidade de farelo de soja na mistura o teor de carbono fixo vai diminuindo.

Conforme Nogueira e Rendeiro (2008) os resíduos resultantes da combustão dos componentes orgânicos e oxidações dos inorgânicos são caracterizadas como teor de cinzas. Assim, as cinzas são resultado da combustão da biomassa, a qual se processa em altas temperaturas, tornando-se necessário conhecimento do comportamento destas cinzas para evitar operações inadequadas.

Para Demirbas (2004) o Teor de Cinzas no bagaço de cana foi de 11,30% e para Katyal et al. (2003) de 4,2%, para a amostra analisada (Ensaio 1) foi de 2,1 %. Sugere-se que o reduzido teor de cinzas deve-se a baixa contaminação com solo da amostra uma vez que a cana é higienizada para ser utilizada na feira.

O farelo de soja segundo a literatura possui um teor de cinzas de 5,1% (WERTHER et al, 2000), neste estudo obteve-se um teor de 5,4 % (Ensaio 7 e 14) a medida que se vai aumentando a quantidade de farelo de soja na mistura o teor de cinzas também aumenta.

Na Figura 2 fica evidente que um acréscimo na quantidade de farelo de soja nas blendas levou a um acréscimo no teor de cinzas. Para os ensaios com eucalipto são observados menores teores de cinzas.

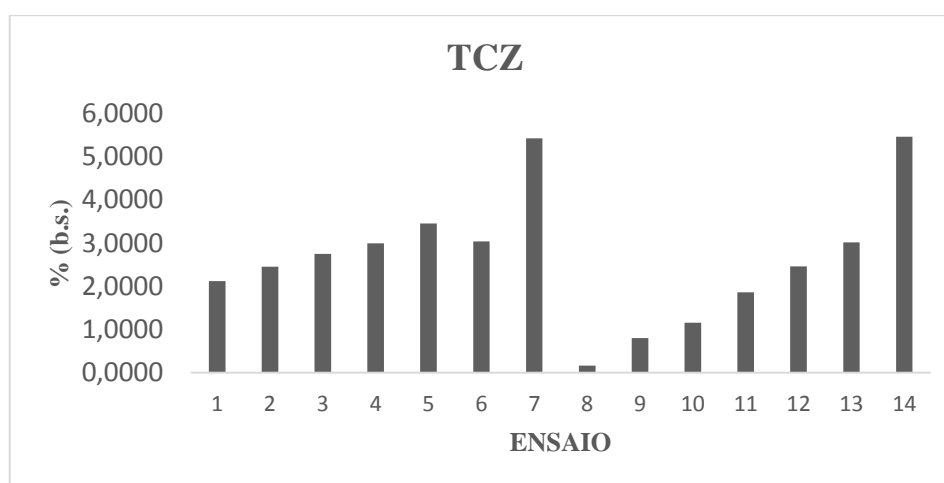


Figura 2. Poder Calorífico Superior (PCS).

Os teores de cinzas determinados nos ensaios são considerados baixos e interessantes para a combustão. Vale et al. (2011) determinaram que os valores acima de 7% comprometem o processo de combustão.

Segundo Carioca, (1985) *apud* Filho (2009), tanto o Poder Calorífico Superior (PCS) ou Inferior (PCI) de uma determinada biomassa é a propriedade físico-química mais importante a considerar para a escolha de um processo termoquímico. Segue a Figura 3, com os valores médios de Poder Calorífico Superior para os ensaios.

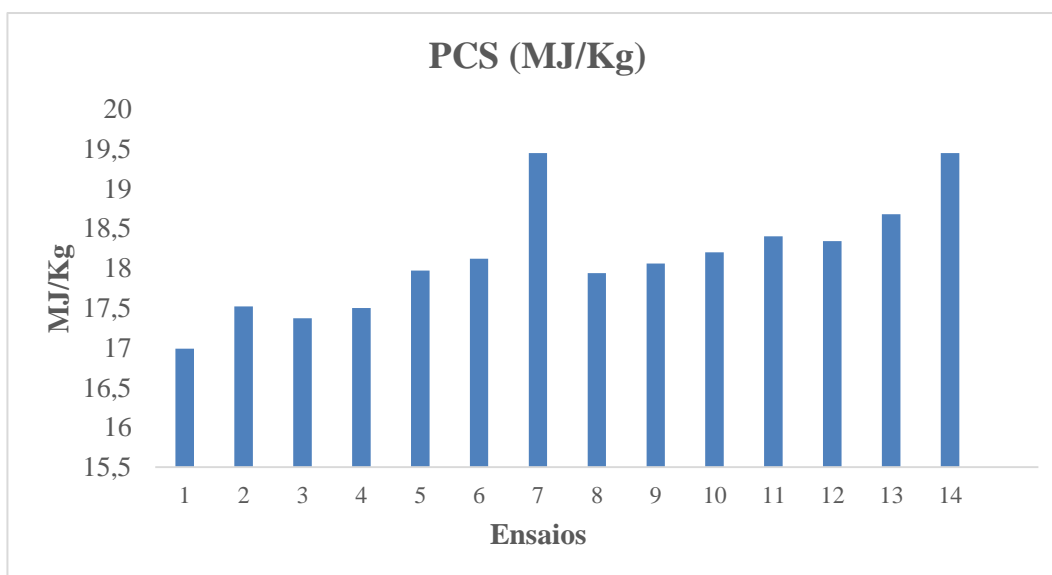


Figura 3. PCS para os ensaios.

O bagaço de cana, segundo Rocha (2002), apresentou um poder calorífico superior (PCS) de 16,29 MJ/kg e para Cortez et al. (2008) foi de 18,4 MJ/kg, neste estudo o poder calorífico foi de 16,99MJ/kg. Para Paula et al. (2011) o farelo de soja apresentou um poder calorífico de 18,86 (MJ/kg), já nesse estudo o poder calorífico foi de 19,45MJ/kg.

Como dito anteriormente o Poder Calorífico Superior (PCS) é a quantidade de energia liberada durante a transferência de calor, assim quanto mais energia é liberada, ou seja, maior o PCS, melhor a eficiência do processo. Com o aumento da quantidade de farelo de soja nas misturas houve um acréscimo no PCS (VIEIRA, 2012).

Considerações finais

Pelos resultados obtidos para os teores de carbono fixo, materiais voláteis e cinzas e poder calorífico superior verifica-se que as blendas possuem potencial para serem utilizadas como biomassa energética. O acréscimo do percentual de farelo de soja nas blendas elevou o poder calorífico superior e teor de cinzas, no entanto,este ainda é considerado baixo não comprometendo o processo de combustão.

Referências

- ABNT –ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8633 – Carvão Vegetal: Determinação do poder calorífico – Método de ensaio.** Rio de Janeiro, 1984.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8112 - Carvão vegetal: Análise imediata– Método de ensaio.** Rio de Janeiro. 1986.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil). Atlas de energia elétrica do Brasil. **Agência Nacional de Energia Elétrica**. 3. ed. Brasília: Aneel, 2008. 236 p.

BELLEZONI, R. A.; LOPES, A. O. F.; VILLELA, A. A.; JUNIOR, A. O. P. **Emissões de CO₂ evitadas na caatinga do estado do Rio Grande do Norte a partir da substituição da lenha por briquetes vegetais**. Rio de Janeiro, 2015.

CORTEZ, L. A. B. (Org). Biomassa no Brasil e no Mundo. **Biomassa Para Energia**. Campinas-SP: Editora Unicamp, 2008.

DEMIRBAS, A. Combustion characteristics of different biomass fuels. **Progress in energy and combustion science**. Turquia: Elsevier, v. 30, p. 219-230, 2004.

HOFFMAN, B. S. **O ciclo Combinado com Gaseificação Integrada e a Captura de CO₂: Uma Solução para mitigar as emissões de CO₂ em Termelétricas a carvão em larga escala no curto prazo**. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) PPGPE, UFRJ, Rio de Janeiro: 2010.

JENKINS, B. M; BAXTER, L.L.; MILES JR, T.R.; MILES, T. R. Combustion Properties of Biomass. **Fuel Processing Technology**. Elsevier. V. 54, p. 17-46, 1998.

KATYAL, S.; THAMBIMUTHU, K.; VALIX, M. Carbonisation of bagasse in a fixed bed reactor: influence of process variables on char yield and characteristics. **Renewable Energy**. Canada: Pergamon, v. 28, p. 713-725, 2003.

NOGUEIRA, M. F. M.; RENDEIRO, G. (2008). Caracterização Energética da Biomassa Vegetal. In: BARRETO, E. J. F. (Coord). **Combustão e Gaseificação da Biomassa Sólida: Soluções Energéticas para a Amazônia**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2008. p. 52-63.

NOGUEIRA, M. F. M. Biomassa Energética: Caracterização da Biomassa. **Palestra Proferida na I Escola de Combustão**, Florianópolis – SC 2003.

PAULA, L. E. R.; TRUGILHO, P. F.; NAPOLI, A.; BIANCHI, M. L. Characterization of Residues from Plant Biomass for use in Energy Generation. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 2, p. 237-246, abr./jun. 2011.

PEREIRA, T. V.; SEYE O. **Caracterização física térmica de biomassa local**. 2014. ENEPEX, UFGD/UEMS.

QUIRINO, W. F. **Utilização energética de resíduos vegetais**. Laboratório de produtos florestais LPF/ IBAMA. Módulo do Curso “Capacitação de agentes multiplicadores em valorização da madeira e dos resíduos vegetais”, 2000.

ROCHA, J. D.; PÉREZ, J.M. M.; CORTEZ, L.A.B. **Aspectos Teóricos e Práticos do Processo de Pirólise de Biomassa**. Curso —Energia na Indústria de Açúcar e Álcool UNIFEI, Itajubá, 12-16 de julho de 2004.

STURION, J.A; PEREIRA, J. C. D; CHEMIM, M.S; **Qualidade da Madeira de Eucalyptusvimanalis Para Fins Energéticos Em Função Do Espaçamento e Idade de Corte.** Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 16, p.55-59, dez. 1988.

TAVARES, S. R. L.; SANTOS, T. E. Uso de diferentes fontes de Biomassa Vegetal para Produção de Biocombustíveis Sólidos. **Revista Holos: ISSN 1807-1600**, v. 5, p. 24, 2013.

VALE, A.T.; MENDES, R.M.; AMORIM, M.R.S.; DANTAS, V.F.S. Potencial Energético da Biomassa e Carvão Vegetal do Epicarpo e da Torta de Pinhão Manso (*Jatropha curcas*). **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 2, p. 267-273, abr./jun. 2011.

VIEIRA, A. C. **Caracterização da Biomassa Proveniente de Resíduos Agrícolas.** Dissertação (mestrado em Energia na Agricultura) UNIOESTE. Cascavel, Paraná. 2012.

WERTHER J.; SAENGER, M.; HARTGE, E. U.; OGADA, T.; SIAGI, Z. Combustion of agricultural residues. **Progress in energy and combustion science.** Alemanha: Pergamon, v.26, p. 1-27, 2000.

Recebido para publicação em: 16/11/2016

Aceito para publicação em: 18/11/2016