

Ana Carla Vieira¹, Samuel
Nelson Melegari de Souza²,
Reinaldo Aparecido Bariccatti²,
Jair Antonio Cruz Siqueira²,
Carlos Eduardo
Camargo Nogueira²

**CARACTERIZAÇÃO DA CASCA DE ARROZ
PARA GERAÇÃO DE ENERGIA**

RESUMO: A energia presente na biomassa pode ser convertida em combustíveis líquidos, sólidos e gasosos. Os resíduos agrícolas (considerados como biomassa) armazenam energia considerável para ser aproveitada. O Brasil, por apresentar grandes dimensões cultiváveis, solo e condições climáticas adequadas, afigura-se como um dos maiores fornecedores de matérias primas para a produção de bioenergia, ou seja, os resíduos gerados durante o processo de produção agrícola podem ser utilizados para geração de energia. Assim, este trabalho teve como objetivo caracterizar as propriedades da casca de arroz para geração de energia. A caracterização dessa biomassa foi obtida através de poder calorífico, com análise imediata regida pelas normas da ABNT (NBR 8112). A biomassa foi seca em uma estufa para em seguida queimá-la em mufla a diferentes temperaturas conforme a análise pretendida. O Poder Calorífico Superior foi determinado em bomba calorimétrica. A casca de arroz apresentou alto teor de volátil (82,09%) e teor de cinzas relativamente alto (15,51%). Concluiu-se assim que esta biomassa é adequada para geração de energia, porém deve ser analisada cada propriedade para escolha da tecnologia e uso final.

PALAVRAS-CHAVE: biomassa, análise imediata, energia renovável.

CHARACTERIZATION OF RICE HUSK FOR POWER GENERATION

ABSTRACT: The energy present in a biomass can be converted to liquid, solid and gaseous fuels. Agricultural waste (as biomass) stores some considerable energy to be used. Brazil has a large farming soil and excellent climatic conditions, so, it is one of the largest suppliers of raw materials for bioenergy production, ie, waste generated during the process of agricultural

Data de submissão: 22/08/2011. Data de aceite: 09/11/2011.

¹ discente curso de pós-graduação em energia – CCET – Unioeste – campus de cascavel

² prof. adjunto curso de pós-graduação em energia – CCET – Unioeste – campus de cascavel

production can be used for power generation. Thus, this study aimed to characterize the properties of rice husk for power generation. The characterization of such biomass was obtained by instant analysis of calorific value according to ABNT (NBR 8112) regulations. The biomass was dried in an oven and burned in muffle at different temperatures according to the studied analysis. The Higher Calorific Value was determined using a bomb calorimeter. The rice husk has shown a high content of volatile (82.09%) and an ash content to be relatively high (15.51%). It was concluded that this biomass is well appropriate for power generation, however, each property must be analyzed to choose the right technology and its final use.

KEYWORDS: biomass, instant analysis, renewable energy.

INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado um dos maiores produtores agrícolas por várias razões, desde a disponibilidade de área para cultivo, possibilidade de introdução de culturas variadas à posição geográfica (condições climáticas adequadas). Porém, uma produção intensiva gera grandes quantidades de resíduos agrícolas, as quais podem causar passivos ambientais. Neste contexto de impactos ambientais, o resíduo pode está associado a uma crise energética. Estudos e pesquisas vêm sendo desenvolvidos para produzir energia de fontes renováveis como a biomassa.

Considera-se biomassa uma fonte alternativa de energia, pois a mesma consiste em um material orgânico de origem vegetal. Segundo Nogueira e Lora (2003) *apud* Klautau (2008), a biomassa é a matéria vegetal oriunda da fotossíntese, qual contém energia química procedente da transformação energética da radiação solar. Segundo Werther *et al.* (2000), a biomassa engloba principalmente os resíduos agrícolas que apresentam elevado potencial de energia.

Segundo Açma (2003), a energia presente na biomassa pode ser transformada por processos de conversão físicos, químicos e biológicos em combustíveis líquidos, sólidos e gasosos. O objetivo dessa conversão é transformar um material carbonáceo, de baixa eficiência energética, em uma eficiência economicamente viável, porém para que este objetivo seja atingido, deve ser feita a caracterização da biomassa, ou seja, é preciso conhecer suas propriedades, para que seja optada por uma biomassa adequada e conseqüentemente tecnologia de conversão.

A caracterização pode se basear nas propriedades físicas (granulometria, massa específica, densidade e teor de umidade), na análise imediata (teor de umidade, voláteis, cinzas e carbono fixo),

análise elementar, para análise dos elementos químicos presentes na biomassa, análise somativa (teor de lignina, celulose e hemicelulose) e poder calorífico.

O Brasil, por apresentar extensas dimensões de áreas cultiváveis com solos e condições climáticas adequadas como dito anteriormente, afigura-se, portanto, como um fornecedor com altíssimo potencial de matérias primas (resíduos) para a produção de bio energia.

A casca de arroz é um dos mais abundantes resíduos agrícolas, estima-se que para cada hectare de cultura de arroz, são produzidos de 4,0 a 6,0 mega gramas (Mg) de resíduos (NOGUEIRA *et al.* 2000 apud CORTEZ; LORA; AYARZA, 2008). Assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a casca de arroz através da análise imediata (teores de: umidade, voláteis, cinzas, carbono fixo) e poder calorífico superior para que se obtenham as características da mesma a fim de gerar energia e conseqüentemente as dificuldades que podem ser encontradas durante o processo de combustão.

MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos foram realizados no Laboratório de Solo e Saneamento Básico da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE – *Campus* Cascavel, regidos pela norma da ABNT NBR 8112, segundo Nogueira e Rendeiro (2008). Foram realizados três ensaios para cada análise e adotada a média da mesma para posterior comparação à literatura.

O teor de umidade consistiu em colocar as amostras em uma estufa a $100 \pm 10^\circ\text{C}$ até que a massa ficasse constante. Em seguida, os valores foram colocados na Equação 1 para determinar o teor de umidade.

$$Tu = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100$$

Sendo Tu: Teor de Umidade; m_1 : massa inicial da amostra (g); m_2 : massa final (g).

Após o teor de umidade, a mesma amostra foi introduzida em uma mufla marca *Quimis*, a $850 \pm 10^\circ\text{C}$, por sete minutos para quantificar o teor de voláteis. Em seguida, a amostra foi então colocada em um dessecador para resfriamento da mesma e posterior pesagem. O teor de voláteis foi determinado pela Equação 2:

$$Tv = \frac{m_2 - m_3}{m_2} \times 100$$

Em que T_v é o teor de voláteis, m_2 é a massa (g) da amostra antes do experimento e m_3 é a massa residual após o experimento (NOGUEIRA; RENDEIRO; BARRETO, 2008).

A amostra (biomassa) já sem umidade e voláteis foi colocada em uma mufla a uma temperatura de 710 ± 10 °C por uma hora (meia hora com a porta meio aberta e meia hora com a porta da mufla fechada). O teor de cinzas foi calculado utilizando a Equação 3:

$$Tc = \frac{m_3 - m_4}{m_3} \times 100$$

Onde: T_c : teor de Cinzas; m_3 : massa da amostra antes do experimento e m_4 é a massa da amostra após o experimento.

O Teor de Carbono Fixo (T_{cf}) foi a última análise a ser realizada, o qual é obtido por diferença através da equação, que se baseia em:

$$Tcf = 100 - (Tv + Tc)$$

Para obter o Poder Calorífico Superior, foi adicionada uma amostra da biomassa com o peso de quatro gramas dentro de uma bomba calorimétrica modelo E2K.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da Análise Imediata e Poder Calorífico Superior (PCS) foram descritos na Tabela 01, junto com os valores encontrados na literatura para comparação e discussão dos mesmos. Os resultados obtidos da análise imediata diferiram de alguns estudos encontrados já que não descrevem a metodologia utilizada e pode conter algumas diferenças do método utilizado nesta pesquisa. Outra razão se deve ao fato de os resíduos não fazerem parte da mesma localização geográfica, nem do mesmo solo. Isso interfere na composição química dos resíduos e conseqüentemente nos resultados obtidos. A condição meteorológica em que o procedimento é realizado também pode interferir, principalmente, na umidade.

Tabela 01 Resultados das análises realizadas neste estudo e na literatura.

Análise	Imediata	Estudo *	Literatura
da Casca de Arroz			
Teor de Umidade	11,31%		7,9% Diniz (2005)
Teor de Voláteis	82,09%		70,1% Rocha, Perez, Cortez (2004)
Teor de Cinzas	15,51%		17,1% Diniz (2005)
Teor de Carbono	2,39%		18,06 % Morais <i>et al.</i> (2006)
Fixo			
PCS		14,67Mj.kg ⁻¹	12,92 Mj.kg ⁻¹ Morais <i>et al.</i> (2006)

* O valor resulta da média das três repetições realizadas.

Quando a biomassa apresenta um alto teor de umidade, o mesmo faz com que o processo de combustão seja mais baixo, comparado a quando se utiliza material seco. Assim, quanto maior o valor da umidade presente na biomassa, mais energia é necessária para iniciar o processo de queima, ou seja, mais energia é requerida para vaporizar a água e menos energia então é fornecida para a reação endotérmica (a queima). Brand (2008) e Klautau (2008) concordam quando relatam que a presença de umidade dificulta tal queima, pois o poder calorífico é reduzido. Assim, há o aumento do consumo do combustível e a remoção das cinzas (pois a mesma permanece no local do processo de combustão), devido ao fato de as cinzas são consideradas material abrasivo que podem vir a causar problemas de corrosão em equipamentos metálicos.

A presença de um alto valor de umidade gera poluição ambiental devido ao aumento do volume de produtos de combustão e de material particulado, sem contar que o processo de corrosão é acelerado na parte final do gerador de vapor e acúmulo de sujeira nas superfícies de aquecimento (BRAND, 2008).

Para Lewandowski (1997) *apud* Klautau (2008), o material volátil interfere na ignição, pois quanto maior o teor de voláteis maior será a reatividade consequentemente a ignição. Enfim, determina a facilidade com que uma biomassa queima. A biomassa, ao apresentar alto teor de voláteis, tem maior facilidade de incendiar e queimar e; embora o processo de combustão seja rápido, o mesmo é difícil de controlar, além

de poder afetar o processo de combustão em geral.

As cinzas são constituídas de compostos de silício (Si), potássio (K), sódio (Na), enxofre (S), cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg) e ferro (Fe). Tais cinzas, quando em alta concentração, podem diminuir o poder calorífico (PC) e causar perda de energia. A presença dessas afeta também a transferência de calor, portanto, é necessária a remoção das mesmas (STREHLER, 2000 *apud* KLAUTAU, 2008). Segundo Hoffmann (2010), o alto teor de cinzas leva à diminuição da eficiência devido ao aumento do consumo de oxigênio para derreter as cinzas e pela perda de calor com a saída das cinzas do reator, que não pode ser plenamente recuperado. Relata ainda que, para a gaseificação, o menor teor de cinzas inibe o entupimento e incrustações por escórias no equipamento.

O teor de carbono fixo está relacionado à quantidade de cinzas e volátil, pois o mesmo representa a massa restante após a saída de compostos voláteis, excluindo as cinzas e teores de umidade.

Segundo Nogueira (2007) e Van Wylen (1998) *apud* Klautau (2008), PCS representa o calor liberado, ou seja, a quantidade máxima de energia que pode ser obtida da transferência de calor do combustível.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos na análise imediata e no Poder Calorífico Superior (PSC), observou-se que a Casca de Arroz apresenta um potencial como biomassa para gerar energia, isto devido ao fato de apresentar baixo teor de umidade, e alto teor de voláteis, porém, atenção deve ser dada ao teor de cinzas, o qual pode causar muitos problemas durante a queima da biomassa como: a redução do PCS. Outro dado que demonstra o potencial é o PCS de suma importância para a eficiência do processo de queima da biomassa.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES pela bolsa disponibilizada a discente Ana Carla Vieira.

REFERÊNCIAS

- AÇMA, H. H. Combustion characteristics of different biomass materials. **Energy Conversion e Management**. Istambul: pergamon, v. 44, p. 155-162, 2003.
- BRAND, M. A. **Fontes de Biomassa para a Geração de Energia**. Disponível em: [http: <http://www.solumad.com.br/artigos/201011171818441.pdf>](http://www.solumad.com.br/artigos/201011171818441.pdf) . Acesso em: 15 de jun de 2011.
- CORTEZ, L.A.B.; LORA, E.E.S; AYARZA, J.A.C. (Org). Biomassa no Brasil e no Mundo. In:_____. **Biomassa Para Energia**. Campinas-SP: Editora Unicamp, 2008.
- DINIZ, J. **Conversão Térmica de Casca de Arroz à baixa temperatura: Produção de Bioóleo e Resíduo Sílico Carbonoso Adsorvente**. 2005. Tese Doutorado (doutorado em química) PPGQ, UFSM, Santa Maria: 2005. 156 p.
- KLAUTAU, J. V. P. **Análise Experimental de uma Fornalha a lenha de Fluxo Cocorrente Para Secagem de Grãos**. 2008. Dissertação (mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) PPGERHA, UFPR. Curitiba: 2008.
- MORAIS, Márcia R., SEYE, Omar, FREITAS, Katriana T. de *et al*. Obtenção de briquetes de carvão vegetal de cascas de arroz utilizando baixa pressão de compactação.. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 6., 2006, Campinas. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC000000022006000200019&lng=pt&nrm=abn>. Acesso em: 13 Mar. 2012.
- NOGUEIRA, M. F. M.; RENDEIRO, G. (2008). Caracterização Energética da Biomassa Vegetal. In: BARRETO, Eduardo José Fagundes (Coord). **Combustão e Gaseificação da Biomassa Sólida: Soluções Energéticas para a Amazônia**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2008. p. 52-63.
- ROCHA, J.D; PÉREZ, J.M. Mesa; 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.
- 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.