

CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS AGROINDÚSTRIAS COM POTENCIAL APLICABILIDADE EM TERMELÉTRICAS

MARCELO RODRIGUES PONTE^{1*}, YGUATYARA L. MACHADO², ANTONIA MABRYSA TORRES GADELHA³, RONALDY A. DA SILVA⁴, MARIA ALEXSANDRA DE SOUSA RIOS⁵

¹ Bacharelado em Engenharia de Energias, UNILAB, Acarape-CE. marcelo.grintequi@gmail.com

² Dra. em Engenharia Química (UFRN), LARBIO-NUTEC, Fortaleza-CE. yguatyaluna@gmail.com

³ Bacharelado em Engenharia de Energias, UNILAB, Acarape-CE. mabrysa.grintequi@gmail.com

⁴ Pesquisador do LARBIO, NUTEC, Fortaleza-CE. ronaldyaraújo12@gmail.com

⁵ Professora Dra. em Química Inorgânica, UFC, Fortaleza-CE. alexsandrarios@ufc.br

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC' 2015
15 a 18 de setembro de 2015 - Fortaleza-CE, Brasil

RESUMO: O bagaço de cana-de-açúcar já está se tornando um combustível essencial na matriz energética brasileira. O foco principal, deste trabalho, foi analisar se uma segunda matéria-prima residual da agroindústria agrega valor ao bagaço em sua queima direta em termelétricas. Os resultados mostraram que o bagaço apresentou um alto teor de cinzas (18,6 %), enquanto a poda do cajueiro, um elevado teor de umidade (23,8 %). O Blend (50%) formulado apresentou um valor de umidade em torno de (8,2 %) e teor de cinzas de (5,0 %), enquanto o seu poder calorífico foi de 17,0 kJ kg⁻¹, indicando, possivelmente, que este Blend pode gerar um subproduto mais eficiente em conversões termoquímicas.

PALAVRAS-CHAVES: Combustível sólido, blend, biomassa, sustentabilidade.

CHARACTERIZATION OF AGROINDUSTRIAL WASTES WITH POTENTIAL APPLICABILITY IN THERMOELECTRICS.

ABSTRACT: The sugarcane bagasse is already becoming an essential fuel in the Brazilian energy matrix. The main focus of this work was to analyze if a second residual raw material of the agroindustry adds value to sugarcane bagasse in its direct burning in power plants. The results showed that the sugarcane bagasse had high ash content (18.6%), while the pruning cashew, high moisture content (23.8%). The formulated Blend (50%) presented a humidity value around 8.2% and ash content of 5.0%, while its calorific value was 17.0 kJ kg⁻¹, indicating that possibly this blend may generate a more efficient byproduct in thermochemical conversions.

KEYWORDS: Solid fuel, blend, biomass, sustainability.

INTRODUÇÃO

A Biomassa é uma das fontes de energia alternativa com maior potencial de crescimento nos últimos anos. Segundo estudos realizados pela World Energy Council (WEC), mesmo com uma pequena participação mundial em torno de 1%, esta fonte apresenta-se como uma possível substituta aos combustíveis fósseis. Em países da América do Norte como, por exemplo, nos Estados Unidos, em 2005, a produção de energia elétrica advinda da biomassa correspondeu a 56,3 TWh a qual representa 30 % do total mundial. Já países como Alemanha e Brasil ambos representam em torno de 7,3 % da produção (BRASÍLIA, 2008). O Brasil, por sua vez, vem avançando na utilização da biomassa como fonte de energia. Em relação às fontes internas de energia, em 2006, a participação da biomassa com 3,7 % foi somente superada pela hidroeletricidade com 85,4 %. Dentre as 302 termelétricas que utilizam biomassa no país, em 2008, 83 % eram representadas pelo bagaço de cana. Este ano, o número total de usinas aumentou para 504 o qual corresponde a 9,2 % da capacidade instalada no país (BRASÍLIA, 2015).

Segundo Cortez et al. (2008), do peso inicial da cana-de-açúcar cerca de 30 % corresponde ao bagaço gerado na indústria açucareira. Como a safra coincide com o período de estiagem na região Sudeste/Centro-Oeste, o uso deste recurso em termelétricas auxilia na preservação dos níveis dos maiores reservatórios das usinas hidrelétricas do país. De acordo com as estimativas da Unica (União da Indústria de Cana-de-Açúcar de São Paulo) em 2020, a eletricidade produzida por este setor poderá representar 18 % da matriz energética brasileira (ÚNICA, 2015).

Por outro lado, o Brasil foi o quarto maior produtor mundial de caju, em 2006. Tomando como base a produção de castanha, entre os períodos de 2006 a 2012 houve uma produção média de 181 mil toneladas (IBGE, 2012), mostrando que se trata de uma cultura que se mantém ativa. Nos tratos culturais do cajueiro, mesmo sendo uma colheita temporária, são realizadas diversas operações que geram resíduos, como em especial as de limpeza e manutenção (EMBRAPA, 2012). Nessa linha de produção, aliado às técnicas de podas empregadas, mostra-se que as culturas do caju apresentam um potencial economicamente atrativo e viável na produção de resíduos agroindustriais.

Entretanto, a aplicação da biomassa para combustão exige estudos de caracterização que permitam indicar as condições do material e dos produtos gerados. O Poder Calorífico Inferior (PCI) é um parâmetro que reflete a quantidade de energia liberada, na forma de calor, durante a combustão completa por unidade de massa. O teor de umidade relaciona-se à quantidade de água livre presente na biomassa; e o teor de cinzas corresponde à fração de resíduos inorgânicos após a calcinação (Cortez et. al., 2008).

Sabe-se que é comum obter demasiado material residual o qual, dependendo das proporções, pode onerar um processo devido o tratamento e/ou descarte. Este trabalho teve como objetivo principal, quantificar a fração de material não combustível, umidade e cinzas, em uma mistura de bagaço da cana-de-açúcar e poda de cajueiro e avaliar estes parâmetros em relação aos resíduos separados, assim como sua potencial aplicabilidade em termoelétricas.

MATERIAL E MÉTODOS

No desenvolvimento do trabalho foram utilizados dois resíduos agroindustriais: o bagaço da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) e a poda do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.). As amostras foram submetidas a um pré-tratamento de secagem, as quais foram expostas ao sol por um período de 10 dias. As podas de cajueiro foram trituradas em um liquidificador industrial (SKYMSEM). Posteriormente, as amostras foram preparadas em peneira com malha de 1 mm para redução e homogeneização. O Blend foi preparado com 50% de cada resíduo agroindustrial (bagaço-de-cana: poda de cajueiro).

Para caracterização das amostras foram determinados: Poder Calorífico (MJ kg^{-1}); umidade (% base seca) e cinzas (%). A análise do poder calorífico seguiu a metodologia descrita na norma europeia DIN EN 14918:2014; enquanto, a umidade e cinzas seguiram as normas ABNT NBR 14929 e NBR 13999, respectivamente. Para o tratamento dos dados, tabelas e gráficos utilizou-se o programa Microsoft Excel 2010.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De uma maneira geral, o uso do bagaço da cana-de-açúcar tem sido empregado em processos de cogeração, no qual ocorre a produção de dois ou mais energéticos a partir de um único processo de geração de energia (BRASÍLIA, 2008). Este estudo permitiu avaliar características do Blend (mistura) de dois resíduos agroindustriais, bagaço de cana-de-açúcar e poda de cajueiro, para fins de combustão.

De acordo com os dados apresentados na **Tabela 1**, o poder calorífico do Blend apresentou valor intermediário quando comparado aos valores para as amostras puras. No entanto, observa-se que o Blend apresentou um aumento de aproximadamente 20 % de energia liberada por unidade de massa da mistura, quando comparado ao bagaço de cana-de-açúcar puro. Neste último caso, faz-se necessário avaliar o grau de umidade dos materiais, uma vez que esse parâmetro interfere na quantidade de energia liberada.

Tabela 1. PCI dos resíduos agroindustriais e de seu Blend.

Matéria Prima	Poder Calorífico Inferior - PCI (MJ/kg)		
	Triplicatas	Média	Erro máximo (%)
Poda de cajueiro	17,41	17,46	0,46
	17,54		
	17,42		
Bagaço da cana	14,03	14,19	2,96
	13,94		
	14,61		
Blend	16,86	16,91	0,24
	16,95		
	16,91		

Fonte: Autor (2015).

Na **Tabela 2** estão os dados do teor de umidade (% b.s) e cinzas (%) para os resíduos e seu Blend. De acordo Cortez et al. (2008), a quantificação de tais parâmetros é relevante, visto que ambos não fazem parte da base combustível do material, sendo indesejáveis para operação em caldeiras.

Tabela 2. Teor de umidade e cinzas dos resíduos agroindustriais e seu Blend.

Matéria Prima	Umidade b.s. - W (%)			Teor de Cinzas - A (%)		
	Triplicatas	Média	Erro máximo	Triplicatas	Média	Erro máximo
Poda de cajueiro	23,46	23,76	3,24	4,59	4,76	4,83
	23,30			4,99		
	24,53			4,70		
Bagaço da cana	9,89	9,57	5,85	17,45	18,62	8,97
	8,70			20,29		
	10,13			18,13		
Blend	8,23	8,24	0,12	5,16	4,98	3,61
	8,25			4,80		
	-			-		

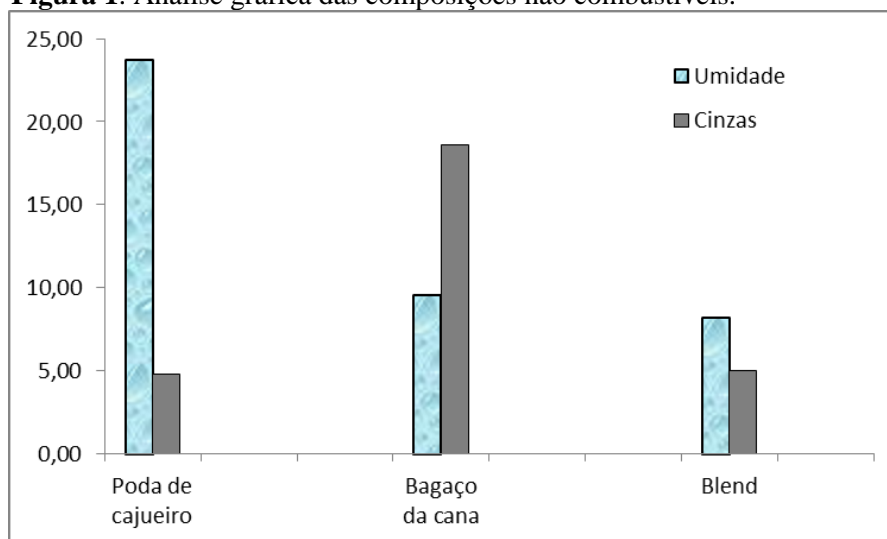
Fonte: Autor (2015).

De acordo com os resultados (ver Tabela 2), tanto para a umidade quanto para as cinzas do Blend não foi necessária à realização da terceira medida, uma vez que o erro experimental encontrou-se dentro do limite aceitável descrito na metodologia normativa (NBR 14929 e NBR 13999).

Se utilizada para produção de energia pelos meios tradicionais, como por exemplo: cocção e combustão, a biomassa apresenta-se como fonte energética de baixa eficiência e alto potencial de emissão de gases. Esta ocorre em fogões, fornos e caldeiras. Desta forma, a sua aplicação moderna e sustentável está diretamente relacionada ao desenvolvimento de tecnologias de produção de energia e as técnicas de manejo da matéria-prima. Considerando-se que nos últimos anos o corte mecanizado da cana-de-açúcar tem ganho cada vez mais espaço, há um provável incremento de conteúdo de cinzas no bagaço devido a uma maior quantidade de material estranho, como terra, dentre outros, os quais são levados com a cana à usina. Além disso, este material não desejado também pode apresentar consequências de obstrução dos fornos e fornalhas, demandando custos e gastos com manutenções de equipamentos.

A **Figura 1** mostra claramente que é necessário um maior gasto de energia para secar a poda do cajueiro até que se inicie a emissão dos materiais voláteis. Já o bagaço de cana, mesmo apresentando uma umidade relativamente baixa, gerou maior percentual de material residual após a sua queima.

Figura 1. Análise gráfica das composições não combustíveis.



Fonte: Autor (2015).

De acordo com a análise dos resultados, para o Blend obteve-se uma redução da umidade em torno de 65,4 % e 13,9 % em relação à poda do cajueiro e à cana-de-açúcar, respectivamente. Isto provavelmente tenha sido decorrente de interações moleculares entre as biomassas. Este resultado apresenta-se vantajoso, porque em processos térmicos, menos energia seria necessária para secar estes Blends combustíveis, bem como um menor teor de cinzas foi gerado durante a sua queima. Assim, para o Blend, pode-se esperar uma maior quantidade de material volátil.

CONCLUSÕES

O Blend apresentou menor valor de material não combustível (umidade e cinzas), bem como com um valor de PCI intermediário frente aos resíduos agroindustriais puros. Logo, a sua utilização como combustível, provavelmente, seja mais eficiente na combustão para transmitir calor às caldeiras de termelétricas do que a matéria-prima isolada. Optar por métodos de otimização destes materiais como a formulação de Blends, pode tornar os processos mais eficientes e menos onerosos.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelas bolsas concedidas, à UNILAB, e em especial ao senhor pesquisador Coordenador do LARBIO (Laboratório de Referência em Biocombustíveis) do NUTEC.

REFERÊNCIAS

- BRASÍLIA. Agência Nacional de Energia Elétrica - Aneel. Ministério de Minas e Energia. Atlas de energia elétrica do Brasil. 3. ed. 2008. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 19 jun. 2015.
- BRASÍLIA. Departamento de Monitoramento do Sistema Elétrico. Ministério de Minas e Energia. Boletim Mensal de Monitoramento do Sistema Elétrico Brasileiro. 2015. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 16 jun. 2015.
- CORTEZ, L.A.B.; LORA, E.E.S.; GÓMEZ, E.O. (Organizadores) Biomassa para energia. 3. ed. Campinas: Editora da UNICAMP, 2008.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistemas de Produção. 2012. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 30 jan. 2014.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agrícola municipal - lavoura permanente. 2012. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em: 25 jun. 2014.
- União da Indústria de Cana-de-Açúcar - UNICA (São Paulo). A Sustentabilidade no Setor Sucroenergético Brasileiro. 2015. Disponível em: <<http://www.unica.com.br>>. Acesso em: 19 jun. 2015.