

BIOMASSAS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA: CANA-ENERGIA E EUCALIPTO

Sarah Inglid dos Santos Silva¹; Márcia Aparecida Cezar¹; Amanda Duarte Gondim²; Glauber José Turolla Fernandes³; Nataly Albuquerque dos Santos^{4,5}

¹ Departamento de Tecnologia Sucroalcooleira, CTDR, Universidade Federal da Paraíba, sarahidnts@gmail.com

² Instituto de Química, CCET, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, amandagondim.ufrn@gmail.com

³ Centro de Tecnologias do Gás e Energias Renováveis, CTGAS-ER, Rio Grande do Norte-RN, glauber@ctgas.com.br

⁴ Departamento de Tecnologia de Alimentos, CTDR, Universidade Federal da Paraíba, natalyjp@gmail.com

⁵ Laboratório de Tecnologia e Processamento de Biocombustíveis, IDEP-UFPB, Universidade Federal da Paraíba.

RESUMO

Com as consequências do efeito estufa gerado por gases provenientes de combustíveis fósseis, surgiu a necessidade de diminuir ou amenizar a utilização desses combustíveis por meio do uso de biomassas renováveis para geração de bicomcombustíveis e energia limpa. A cana-energia e o eucalipto são biomassas lignocelulósicas com altos poderes energéticos e promissores para geração de bioenergia. O estudo buscou caracterizar a cana-energia como biomassa energética renovável comparando-a com o eucalipto, análises foram realizadas para verificar os comportamentos endotérmicos e exotérmicos, caracterização de perda de massa e poder calorífico. As amostras foram submetidas ao pré-tratamento que consistiu na picagem, seguida da lavagem, homogeneização e secagem a 105 °C por 24 horas. Posteriormente, foram realizadas as análises térmicas, curvas de Termogravimetria/Análise Térmica Diferencial (TG/DTA). O Poder Calorífico Superior (PCS) foi obtido conforme a norma NBR 11956, utilizando bomba calorimétrica no modo dinâmico. Após as análises verificou-se o poder calorífico da cana-energia é semelhante ao do eucalipto, assim se caracterizando como uma biomassa promissora, renovável e com a capacidade de gerar energia para diversas indústrias.

Palavras chaves: Biomassas renováveis, cana-energia, bioenergia.

1. INTRODUÇÃO

Com a necessidade da diminuição do uso dos combustíveis fósseis, em busca de diminuir a produção dos gases do efeito estufa gerando menores impactos no meio ambiente, surgem diversas linhas de interesse e pesquisas sobre as possíveis fontes de energias renováveis e limpas.

O aproveitamento da energia contida na biomassa vegetal (bioenergia) volta a ser uma das mais importantes alternativas para o enfrentamento de uma série de problemas ligados à sustentabilidade e ao suprimento energético, especialmente para os países tropicais (MATSUOKA et al., 2012). Dessa forma, a redução da dependência do petróleo deixa de ser simplesmente uma questão econômica para se tornar uma questão estratégica. Cada país deve buscar formas de adequar a sua matriz energética de acordo com os recursos disponíveis, no âmbito da produção de energias renováveis.

Quanto as culturas dedicadas à produção de energia, a questão é eleger áreas onde a produção de alimentos fosse limitada, devido as condições edáfico climáticas desfavoráveis e escolher fontes de biomassa que possam oferecer algum ganho energético, que sejam pouco exigentes nas características agrônômicas e que não concorram com a produção de alimentos (SCHMER et al.,

2008; YUAN et al., 2008; COOMBS, 1984), além disso deve-se considerar, a produção de plantas fibrosas em vez de amiláceas e oleaginosas (STICKLEN, 2008).

Esse trabalho projeta informações sobre duas culturas bem desenvolvidas, para cogeração de energia de fonte renovável e limpa, o eucalipto e a cana-energia. Duas representações de biomassas com potencial energético relativo para o estudo de alternativas renováveis.

A cana-energia é resultado de um cruzamento de híbridos comerciais e ancestrais para produção de uma cana mais robusta, resistente a pragas e a variações climáticas. Possui um maior teor de fibras e menos sacarose, e é considerada uma alternativa na obtenção de etanol de segunda geração. Apresenta potencial para queima de caldeiras, junto a sua palha, alto poder calorífico constituindo assim um material entre outras rotas já desenvolvidas para produtos e subprodutos da cana-energia.

O gênero *Eucalyptus* spp., é originário da Austrália, possui mais de 700 espécies, tendo sido introduzido no Brasil em 1904, com a finalidade de produção de lenha e de dormentes, pela Companhia Paulista de Ferro (ANDRADE, 1928 *apud* COUTO e MULLER, 2013). O grande número de espécies, gera uma ampla distribuição ecológica que possibilita o seu uso para vários

fins, como madeira serrada, lenha, carvão vegetal, celulose, óleos essenciais e etc. E devido sua produtividade e as características de sua madeira tornam o eucalipto uma das melhores alternativas para produção de biomassa destinada a geração de energia (COUTO e MULLER, 2013).

Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo analisar o potencial de geração de energia da cana-energia e comparar com o eucalipto que já vem sendo utilizado na geração de energia

2. METODOLOGIA

2.1 Obtenção da Biomassa

Este trabalho foi realizado com as amostras vegetais da cana-energia e o eucalipto, verificando os comportamentos endotérmicos, exotérmicos, caracterização de perda de massa e poder calorífico de cada uma das amostras a determinadas temperaturas.

A amostra de cana-energia foi obtida na Estação Experimental da RIDESA (Rede Interuniversitária de Desenvolvimento do Setor Sucroenergético) situada em Carpina – PE e o eucalipto foi proveniente de um cultivo familiar do município de Santa Rita-PB. Estas amostras foram submetidas a três etapas: pré-tratamento para retirada de

matéria inorgânica e mineral; as análises térmicas e a calorimetria.

2.2 Pré-tratamento das biomassas

O pré-tratamento das biomassas vegetais consistiu de picagem, seguida da lavagem e secagem de acordo com o protocolo de Braga et al., (2014) onde a cana-energia e o eucalipto foram picados individualmente em uma forrageira, em seguida as amostras foram peneiradas em uma peneira de 1mm para promover a homogeneização, posteriormente as amostras foram transferidas individualmente a béqueres com 200 mL de água destilada, e aquecidas em chapa agitadora por quatro horas em uma temperatura constante de 60°C . Em sequência da lavagem, a água foi descartada e as amostras levadas à uma estufa de secagem com circulação de ar forçado, onde permaneceram por 24 horas à temperatura de 105°C. Ao final das 24 horas as amostras secas foram submetidas individualmente as análises térmicas e de calorimetria.

2.3 Análises térmicas

As curvas de Termogravimetria/Análise térmica diferencial (TG/DTA) foram obtidas em condições não isotérmicas (dinâmica) em um Analisador Térmico (TA Instruments SDT 2960), que



II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

permite observar o comportamento dos materiais lignocelulósicos em determinadas variações térmicas. Em atmosferas inerte (nitrogênio), na razão de aquecimento de $10\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$, no intervalo de temperaturas de $25\text{--}900\text{ }^{\circ}\text{C}$ e 5 mg de amostra em um cadinho de platina.

2.4 Análises calorimétricas

O Poder Calorífico Superior (PCS) das nas amostras foi realizado com o intuito de determinar qual destas possui maior liberação de calor e o potencial energético com maior eficiência. O PCS foi determinado conforme a norma NBR 11956, utilizando bomba calorimétrica no modo dinâmico. Para todas as amostras, a energia de ignição foi de 17 cal e o equipamento foi calibrado com padrão de Ácido Benzoico. A massa pesada para a cana-energia foi 0,1059 g e para o eucalipto 0,1025 g.

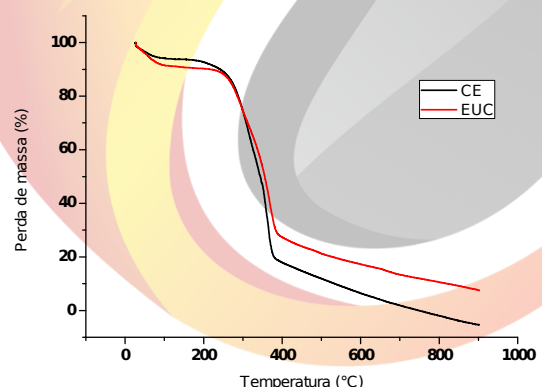
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após as análises das biomassas verificou-se que as curvas termogravimétricas apresentam as fases de decomposição de cada constituinte químico das amostras. E o poder calorífico demonstra a relevância da cana-energia como combustível alternativo para

queima nas caldeiras na geração de energia elétrica.

Os perfis termogravimétricos das amostras de cana-energia e eucalipto (Figura 1) apresentam três etapas de decomposição das matérias presentes nas amostras analisadas: a primeira etapa corresponde a perda de umidade nas massas das biomassas em uma atmosfera inerte (N_2) que inicia-se em torno de $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Tabela 1) para a amostra de cana-energia (CE). Já o eucalipto (EUC), essa primeira etapa ocorre entre $35,1$ e $51,8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Essa perda de umidade ocorre pela facilidade ou não dos materiais desestruturarem sua membrana celular, ou a parte externa onde fica retida a maior parte da água contida na amostra.

Figura 1. Curvas Termogravimétricas (TG) das amostras de cana-energia (CE) e eucalipto (EUC).



Na segunda etapa verifica-se a degradação da matéria orgânica das

www.conepetro.com.br

br

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br

biomassas, como a celulose e a hemicelulose ocorreu na faixa de temperatura de 94,2 a 395,3 °C.

A maior perda de massa foi da cana-energia no pico dos intervalos de temperatura entre 327,5 e 386,7 °C, ao contrário do eucalipto que demonstra elevado teor de holoceluloses (celulose e hemicelulose) perdendo 63,6 % de seu material entre 94,2 e 395,3 °C (Tabela 1).

A matéria que continua são as cinzas residuais das amostras correspondendo a terceira etapa de decomposição dos materiais. A cana-energia e o eucalipto chegam a esta etapa com mais de 70% de sua massa já degradada (Tabela 1). De acordo com BRAGA *et al* (2014) *apud* SEGUNDO (2016), a resistência térmica demonstrada pela lignina é proveniente de uma estrutura poliaromática concentrada nos espaços entre microfibras e regiões amorfas entre os cristais de celulose.

Tabela1. Etapas da perda de massa das amostras de acordo com a variância das temperaturas.

Amostras	Etapa s	Perda de massa (%)	Intervalo de Temperatura (°C)
CE	1°	33,5	197,8-327,5
	2°	40,3	327,5-386,7
	3°	24,4	386,7-901

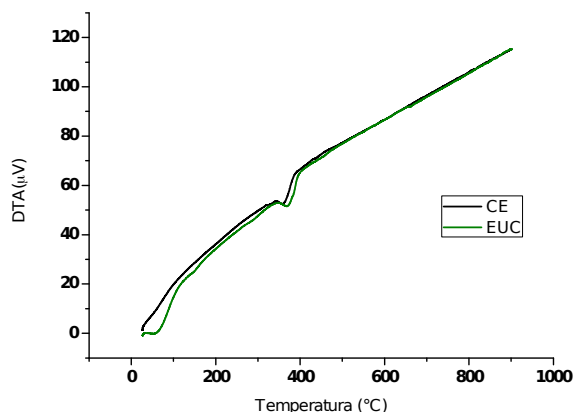
EUC	1°	8,25	51,8-94,2
	2°	63,6	94,2-395,3
	3°	20,1	395,3-901,8

As análises termogravimétricas demonstraram com clareza os picos de relevância de análise das amostras (Figura 1). No entanto não foi notável a degradação da celulose e hemicelulose separadas, ou seja, as três etapas da TG são respectivamente, a perda de umidade, degradação da matéria orgânica da holocelulose (celulose e hemicelulose) e a decomposição da lignina no último evento.

Nas curvas DTA, o eucalipto apresentou dois eventos endotérmicos e a cana-energia apenas um evento.

Figura 2. Curvas da Análise Térmica Diferencial (DTA) Termogravimétricas das

amostras de cana-energia e do eucalipto.



O eucalipto apresentaram duas transições bem distintas que variou entre as temperaturas de 51,8 e 94,2 °C correspondendo a primeira etapa de perda de umidade (Tabela 2). A cana-energia apresentou um comportamento endotérmico no intervalo de temperatura de 342,6-390,8 °C representando a degradação da matéria orgânica.

Tabela 2. Resultados das Curvas de Análise Térmica Diferencia (DTA) das amostras de cana-energia e eucalipto.

Amostras	Etapas	Intervalo de Temperatura (°C)	Temperatura de Pico (°C)
CE	1°	320,3-342,6	342,5
	2°	342,6-390,8	358,6
EUC	1°	51,8-94,2	51,8
	2°	94,2-395,3	367,7

O poder calorífico representa o potencial para combustão de cada matéria orgânica analisada. Estudos mostram que a combustão direta da madeira é sem dúvida o processo mais simples e econômico de obter energia (Earl, 1975, citado por Cunha et al., 1989).

A Tabela 3 ilustra o Poder Calorífico Superior das amostras de cana-energia e eucalipto e verifica-se que houve pouca variação entre os valores obtidos, devido às amostras terem a mesma constituição química.

Tabela 3. Poder calorífico superior (PCS) da cana-energia e eucalipto.

Amostras	PCS (cal/g)
CAE	3.914,3
EUC	3.852,7

Estudos realizados sobre o poder calorífico superior (PCS) já estabelecem uma média de valores para demonstrar o potencial energético de culturas florestais como o eucalipto e vegetais como o bagaço de cana-de-açúcar convencional, que por ser um subproduto já utilizado como combustível de caldeiras há alguns anos. O poder calorífico da madeira e de materiais lignocelulósicos, em diversas amostras de *Eucalyptus grandis* variou entre 4.501 a 4.790 kcal/kg (QUIRINO et al. 2005). O poder calorífico pode ser alterado em decorrência da porcentagem de umidade presente na biomassa. O poder calorífico superior em cada nível de umidade, nota-se considerável acréscimo com a diminuição da umidade (SILVA e MORAIS, 2008). Os dados obtidos no presente trabalho acerca do poder calorífico superior (PCS) da cana-energia comparados aos dados do eucalipto presentes na literatura revelam que essas biomassas apresentam forte potencialidade na geração de energia, e ainda contam com a vantagem de serem utilizadas a partir da colheita, já que não precisam de processamento anterior, podendo ser usado diretamente na combustão. Portanto este estudo revela que a cana-energia é uma biomassa promissora na geração de energia elétrica por combustão, possuindo um valor energético renovável.

4. CONCLUSÃO

O estudo mostrou que a cana-energia apresenta potencial energético competitivo em relação a outras biomassas já usadas na cogeração como o eucalipto, possuindo um poder calorífico superior semelhante ao eucalipto. Podendo ser destinada a combustão de diversas indústrias que utilizam de caldeiras na sua geração de energia, sendo usada como combustível direto.

5. REFERÊNCIAS

- ANDRADE, E.N. **O eucalipto e suas aplicações.** São Paulo: Typ. Brasil de Rothschild & Xia, 1928. 143p.
- BRAGA, R. M., TIAGO, R. C., JULIO. C.O.F., JOANA M.F.B., DULCE, M.A.M., MARCUS, A.F.M., Pyrolysis kinetics of elephant grass pretreated biomasses. Springer. J Therm Anal Calorim (2014) 117: p.1341–1348. Budapest, Hungary 2014.
- COOMBS, J. Sugar-cane as an energy crop. Biotechnology and Genetic Engineering Reviews ed.1, p.311-345, 1984
- COUTO, L.; Muller, M. **Bioenergia & Biorrefinaria.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2013. 303p
- CUNHA, M. P. S. C. et al. Estudo químico de 55 espécies lenhosas para geração de energia em caldeiras. In: ENCONTRO BRASILEIRO

EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA,3., 1989, São Carlos. Anais... São Carlos: 1989. v.2,p. 93-121.

MATSUOKA, S.; BRESSIANI, J. A.; MACCHERONI, W.; FOUTO, I. Bioenergia da Cana. In: Cana-de-açúcar: Bioenergia, Açúcar e Álcool. (Eds. Santos, F.; Borém, A. e Caldas, C.) 2 ed.Viçosa: UFV, v.1. p 487-517, 2012

QUIRINO, F.W. VALE, T.A. ANDRADE, A. A. P. ABREU, S. L. V. AZEVEDO, S. C. A. **PODER CALORÍFICO DA MADEIRA E DE MATERIAIS LIGNO-CELULÓSICOS.** Publicado na Revista da Madeira. Nº 89 . Abril 2005. pag 100-106.

SCHMER, M.R.; VOGEL, K.P.; MITCHELL, R.B.; PERRIN, R.K. Net energy of cellulosic ethanol from switchgrass. PANS 105: p.464-469, 2008.

SEGUNDO, V. B. S. **Avaliação do Potencial energético da cana energia e análise do ciclo de vida da produção de eletricidade via combustão da biomassa.**2016, 61p.Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Paraíba, PROGRAMA REGIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE. João Pessoa-PB.

SILVA, B. M. MORAES, S. A. **AVALIAÇÃO ENERGÉTICA DO BAGAÇO DE CANA EM DIFERENTES NÍVEIS DE UMIDADE E GRAUS DE COMPACTAÇÃO.** Xxviii encontro nacional de engenharia de produção. A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2008.

STICKLEN, M. B. Plant genetic engineering for biofuel production: towards affordable

cellulosic ethanol. Nature Reviews v. 9, p. 433-443, 2008.

YUAN, J.S.; TILLER, K.H.; AL-AHMAD, H.; STEWART, N.R.; STEWART Jr., C.N. Plants to power: bioenergy to fuel the future. Trends in Plant Science 13:421-429, 2008.

