

Eixo Temático ET-04-008 - Energia

**ESTUDO DA PELLETIZAÇÃO DO BAGAÇO DE CANA DE AÇÚCAR
PARA A OTIMIZAÇÃO DE CUSTO E TRANSPORTE**

Anderson Aldelyan Ramalho de Sousa, Alisson Marinheiro Santos da Silva,
Luana Rodrigues Araújo Pantaleão Ribeiro, Thayná Santos de Melo,
Danielle Christine Almeida Jaguaribe, Joelma Morais Ferreira

Universidade Federal da Paraíba. Departamento de Tecnologia Sucroalcooleira.

RESUMO

Com a introdução das leis que instituem a diminuição, ou extinção das práticas da queimada pré-colheita, surge um novo problema para a indústria sucroalcooleira: o acúmulo de subprodutos, tais como o bagaço de cana e a palha. Desponta então, para essas indústrias um novo problema, o do recolhimento, transporte e destinação dessa biomassa residual. Por outro lado, é sabido que tanto o bagaço de cana, quanto a palha, apresentam uma baixa massa específica, requerendo muito espaço para seu transporte, ou seja, faz-se necessário o desenvolvimento de sistemas que viabilizem a retirada desse material do campo, maximizando o volume de biomassa a ser transportada, minimizando o custo de transporte. Esse problema pode ser solucionado com a técnica de empacotamento da biomassa, em fardos, com o objetivo de uma melhor ocupação do espaço no transporte, aumentando a quantidade de material a ser transportado por unidade de tempo e volume, reduzindo-se assim os custos. Esse sistema, ainda poderia ser melhorado, com a utilização de aglomerantes orgânicos, que aumentariam ainda mais a massa específica do fardo, minimizando ainda mais o número de caminhões a serem utilizados, observou-se que com o processo de *pelletização* houve um aumento da massa por unidade de volume de bagaço de cana de açúcar de 10 vezes, implicando diretamente no aumento do PCI do *pellet* da biomassa em um aumento de 3,6 vezes o PCI do bagaço in natura. O objetivo deste trabalho é caracterizar, dentro do processo de *pelletização*, as principais propriedades físicas, tais como diâmetro, comprimento, umidade, massa específica, durabilidade, e teor de cinzas da matéria prima e do produto final. A segunda parte desse trabalho envolve um estudo dos requisitos básicos para a implantação do processo de *pelletização* em uma indústria sucroalcooleira.

Palavras-chaves: Pellets; Bagaço de cana-de-açúcar; Otimização; Custos.

INTRODUÇÃO

No Brasil, dentre as matérias primas de biomassa mais utilizadas têm-se o bagaço de cana-de-açúcar, que é o resíduo final da retirada do caldo da cana-de-açúcar nas usinas que produzem álcool e açúcar, posicionando o país entre os maiores produtores do mundo (MAPA, 2011). O bagaço de cana-de-açúcar também pode ser aproveitado na forma de *pellets*. *Pellets* é o nome dado ao produto resultante do processo de compressão aplicada a uma matéria prima, sendo que em muitos casos essa matéria prima é preparada previamente através do processo de secagem e moagem (ARSHADI et al., 2008). Dentre as principais características dos *pellets* em relação a sua matéria prima destaca-se o maior poder calorífico, maior densidade, menor umidade e variação higroscópica, fácil manuseio e armazenamento, o que torna o produto final muito vantajoso se comparado à matéria prima inicial (RABIER et al., 2006; THEERARATTANANOON et al., 2011). Com esse desenvolvimento a *pelletização* tem ganho mais espaço no mercado, também sendo direcionado para a produção de ração animal, combustível, etc. Em 2010, a produção mundial de *pellets* de biomassa foi superior a 12 milhões de toneladas (RASGA, 2013).

Dentro do processo de *pelletização*, é necessário avaliar as principais propriedades físicas, químicas e mecânicas da matéria prima e do produto final, bem como conhecer os fluxos de massa, o consumo de energia e os custos envolvidos em cada etapa do processo. O seguinte trabalho visa estudar as etapas de produção dos *pellets* através da matéria prima cana-de-açúcar. Inicialmente foi comparado algumas metodologias e artigos científicos para a produção dos *pellets* e também sua caracterização, além de comparar seus resultados finais, avaliando se é uma oportunidade rentável e se trará benefícios para a indústria. Em suas etapas seguintes incluem caracterização por variáveis de temperatura, pressão, umidade, tamanho das partículas massa específica para assim determinar os consumos energéticos e custos para a produção.

OBJETIVOS

- Analisar variáveis do processo como temperatura e pressão;
- Caracterização das variáveis como umidade, tamanho de partículas e massa específica dos *pellets*.

METODOLOGIA

Este estudo será desenvolvido no Laboratório de Tecnologia Sucroalcooleira (CTDR), que dispõe de todos os equipamentos, instrumentos e ferramentas necessários ao desenvolvimento de atividades de pesquisa relacionado ao empacotamento de biomassa residual da indústria sucroalcooleira. Serão selecionados padrões das medidas das porções de biomassa versus volume de aglomerante, massa específica, temperatura de empacotamento, parâmetros que serão levados em consideração na determinação da eficiência do sistema.

Preparação e produção dos pellets

Ao ser coletada a biomassa do bagaço de cana de açúcar, a mesma foi seca em uma estufa à temperatura de 105°C durante duas horas para redução do seu teor de umidade.

Após esse procedimento, foi armazenada em vasilhames de plásticos envoltos com papel filme até sua utilização.

Com a utilização do moinho de facas foi feito a moagem do bagaço já seco para adquirir padronização das partículas e facilitar sua utilização nos *pellets*.

O bagaço já triturado foi colocado em peneiras de base vibratória para separação da granulometria. Utilizamos as peneiras 12 (1,68 cm), 16 (1,18 cm), 20 (0,85 cm), 30 (0,60 cm), 40 (0,43 cm), 50 (0,30 cm) e o fundo. O bagaço foi separado em grãos grossos, médios e finos para avaliar qual melhor granulometria para produção das pastilhas.

Na produção dos *pellets*, foi utilizado uma prensa hidráulica, com o auxílio de um molde cilíndrico de 4,5cm de diâmetro interno e de 17cm altura.

Utilizamos na produção dos *pellets*, um aglutinante, que foi utilizado para aumentar o potencial ligante entre as partículas, aumentando a sua estabilidade.

Foi aplicada uma pressão de 2 a 10 kgf.cm⁻² durante 30 min, adicionamos aquecimento com um soprador de calor com faixa de trabalho de 300 a 500°C

Após estas etapas os *pellets*, esfriaram durante 20 min a temperatura ambiente para serem retiradas da prensa hidráulica. Na figura 1 mostra os *pellets* após sua retirada da prensa.



Figura 1. Pellets após retirada da prensa hidráulica.

Caracterização do bagaço e dos pellets

Na caracterização do bagaço foram feitas duas análises, a de umidade e a massa específica.

Na caracterização dos *pellets*, foram feitas as análises de umidade, massa específica, diâmetro e comprimento médio dos *pellets* e durabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises imediatas

Teor de umidade. O teor de umidade representa a quantidade de água por unidade de massa do grão úmido ou seco. Na Tabela 1 mostramos a perda de umidade no bagaço, sendo utilizado 5 bandejas de aço, cada uma com 100 g de bagaço, tendo uma perda média de umidade de 54,6%.

Tabela 1. Perda de umidade.

Amostras	Recipiente	Quantidade de bagaço	Recipiente + Bagaço	Pós secagem	Perda (%)
1 ^a	549,00 g	100,00 g	649,00 g	594,00 g	55%
2 ^a	566,00 g	100,00 g	666,00 g	610,00 g	56%
3 ^a	624,00 g	100,00 g	724,00 g	670,00 g	54%
4 ^a	612,00 g	100,00 g	712,00 g	658,00 g	54%
5 ^a	628,00 g	100,00 g	728,00 g	674,00 g	54%
Média	595,80 g	100,00 g	695,80 g	641,20 g	54,6%

Através dos dados obtidos, observou-se que o teor de umidade dos *pellets* foi de 15,40%. Com a perda da umidade, consequentemente potencializa o poder calorífico do bagaço.

Produção dos pellets. Para a granulometria de grãos grossos, obtivemos um diâmetro de 8 cm, altura de 0,8 cm e massa de 11,6 g. Para grãos médio obtivemos diâmetro de 8 cm, altura de 0,66 cm e massa de 11,2 g. Já os grãos pequenos, foi o que mais tivemos dificuldades devida à granulometria muito fina. Em algumas partes ele se desfez por não ter uma estrutura tão fixa, já que seus grãos são muito finos. Obtivemos um diâmetro de 8 cm, altura de 0,48 cm e massa de 10,9. Apresentaremos a seguir na Tabela 2. o resultado de área, volume e massa específica de todos os *pellets* produzidos.

Tabela 2. Quantificação de massa específica dos pellets.

	Área	Massa	Volume	Massa Específica
Grãos Grossos	25,13 cm ²	11,6 g	20,10 cm ³	577 kg/m ³
Grãos Médios	25,13 cm ²	11,2 g	16,58 cm ³	675 kg/m ³
Grãos Finos	25,13 cm ²	10,9 g	12,06 cm ³	903 kg/m ³

CONCLUSÃO

A primeira etapa do estudo caracterizou os equipamentos e todos os processos de fabricação envolvidos e determinou através de metodologias e trabalhos científicos as principais propriedades do bagaço de cana-de-açúcar e dos *pellets* produzidos. As propriedades analisadas para a matéria prima em todas as etapas do processo foram a umidade, diâmetro, comprimento, massa específica, durabilidade e teor de cinzas. Os resultados encontrados foram comparados com os obtidos por outras pesquisas realizadas por outros autores deste mesmo assunto, abrangendo estudos de *pelletização* de bagaço de cana-de-açúcar. Comparando-se com os dados da literatura, aonde a massa específica do bagaço de cana de açúcar à granel apresenta um valor de 250 kg/m³, obteve-se, de fato, um aumento de 2,1 a 3,4 vezes, considerando-se os grãos grossos e os grãos finos respectivamente. Aqui pode-se concluir, que quanto mais fino o grão, mais denso o *pellet* se apresenta. Outro ponto abordado neste estudo, foi a abordagem, de forma muito resumida, da viabilidade de implantação de uma indústria de *pellets*, em forma de anexo em uma indústria sucroalcooleira de médio porte, com uma produção de 20 ton de *pellets* ao dia. O estudo foi, entretanto, inconclusivo, uma vez que não se conseguiu dados necessários para o potencial retorno financeiro. Ainda assim, como pellets de bagaço de cana têm sido bastante utilizados na Europa, obtendo-se um grande retorno financeiro nos últimos anos, acredita-se que o Brasil é um país com grandes possibilidades de crescimento nesse setor. Ao término do seguinte trabalho pode-se concluir que a utilização do bagaço de cana-de-açúcar, maior resíduo sólido da indústria sucroalcooleira exibe uma infinidade de utilizações. Tanto na produção de energia, quanto em outras aplicações industriais, o mesmo apresentou-se bastante favorável na produção de pellets e essa alternativa se torna cada vez mais viável para a estocagem e armazenamento. Com maiores estudos pode dê-se identificar a potencialização do seu poder calorífico, aumentando assim o rendimento na produção de energia, além de um aumento positivo na rentabilidade da indústria. Uma indústria se propôs a ajudar a fornecer a quantidade de bagaço que sobrava por dia e o quanto poderia ser processado, inclusive o preço que o bagaço *in natura* era vendido e o custo de um operador de máquina. Com essas informações poderíamos ter tido uma estimativa de lucro e em quanto tempo o retorno do investimento poderia surgir. Infelizmente a usina não forneceu o retorno apesar da insistência.

REFERÊNCIAS

- ARSHADI, M.; GREF, R.; GELADI, P.; DAHLQVIST, S.; LESTANDER, T. The influence of raw material characteristics on the industrial pelletizing process and pellet quality. **Fuel Process Technol.**, v. 89, p. 1442-1449, 2008.
- RABIER, F.; TEMMERMAN, M. I.; BOHM, T.; HARTMANN, H.; Particle density determination of pellets and briquettes. **Biomass and Bioenergy**, v. 30, p. 954-963, 2006.
- RASGA, R. O. S. **Pellets de madeira e sua viabilidade econômico-financeira na substituição do óleo BPF-A1 em pequenos e médios consumidores no Estado de São Paulo**. 2013, 165 f. Dissertação (Mestre em Agroenergia) - Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, 2013, São Paulo.
- MAPA - Ministério da Agricultura e Pecuária. 2011. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 26 ago. 2019.