

Bagaço de Cana-Energia: Caracterização Química, Ultraestrutural e Processamento no Contexto de Biorrefinaria

Orientador/Pesquisador: Maria Teresa Borges Pimenta Barbosa

Unidade CNPEM: Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol – CTBE

1. INTRODUÇÃO E ESTADO DA ARTE

A cana-de-açúcar apresenta-se como a principal fonte de energia renovável na matriz energética brasileira. Na indústria atual a cana-de-açúcar é processada para a extração do caldo rico em sacarose, destinado à produção de açúcar e álcool combustível, gerando como subproduto o bagaço, material lignocelulósico fibroso, que é queimado nas caldeiras para a produção de energia térmica e elétrica. Devido ao atual mercado do álcool combustível, as usinas passaram a depender da cogeração de eletricidade para a manutenção do processo e para venda do excedente energético produzido [1, 2]. Mesmo após a queima para a geração de eletricidade, uma quantidade adicional de bagaço é estocada sem valor econômico industrial. Neste cenário, o etanol celulósico, produzido a partir da sacarificação da celulose presente no bagaço, apresenta-se como uma grande alternativa para a produção de álcool combustível, aproveitando o excedente do bagaço da usina.

Com o intuito do fortalecimento do setor sucroalcooleiro por meio do aumento da produtividade energética por área cultivada, as recentes pesquisas no setor estão voltadas para a produção de cana-energia. As diferentes variedades de cana-energia provêm de uma sequência de cruzamentos entre ancestrais e híbridos de cana-de-açúcar para o melhoramento genético, visando a obtenção de uma biomassa com elevado teor de fibras no colmo em detrimento do teor de sacarose, se comparada com a cana-de-açúcar tradicional hoje cultivada no Brasil [2, 3]. O resultado é uma cana mais robusta, com maior teor de fibras e potencial produtivo, com foco na produção de bioeletricidade, biocombustíveis e químicos de segunda geração a partir da fração fibrosa da cana [2, 3]. Além disso, é mais resistente a doenças e climas adversos, além de demandar menos água no plantio e apresentar uma utilização mais eficiente dos nutrientes do solo, possibilitando seu cultivo em áreas degradadas de pasto e assim não competindo com culturas alimentícias [3]. O teor de fibras pode alcançar o dobro do teor encontrado na cana-convencional, gerando quantidades de bagaço até 4 vezes maiores por unidade de área cultivada [2].

Neste sentido, devido a carência de informações na literatura especializada sobre a composição química e ultraestrutural do bagaço de cana-energia e sobre o seu potencial energético o projeto proposto consiste em 4 etapas que possibilitarão o melhor entendimento do potencial do

bagaço da cana-energia para a produção de etanol celulósico e/ou energia. Neste trabalho serão estudadas 4 variedades de cana-energia.

2. OBJETIVOS

O objetivo principal desta proposta é a caracterização química e estrutural do bagaço de cana-energia e seu processamento para a separação das frações macromoleculares desta biomassa.

Os objetivos específicos são:

- Processamento físico-químico das diferentes variedades de bagaço de cana-energia para a compreensão da influência das diferentes características destes materiais. Os processos propostos incluem o pré-tratamento hidrotérmico e a deslignificação organossolve;
- Caracterização da composição química (celulose, hemiceluloses, lignina, cinzas e extrativos) das diferentes variedades em estudo e suas correntes de processo;
- Caracterização ultraestrutural dos materiais integrais e processados;
- Determinação do poder calorífico dos materiais integrais e das ligninas isoladas;
- Hidrólise enzimática dos materiais processados.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1. Preparo e caracterização do bagaço das diferentes variedades de cana-energia

Os colmos das diferentes variedades de cana-energia serão submetidos aos processos de compressão e moagem para a extração do caldo e a obtenção da fração fibrosa, que será lavada para a remoção dos açúcares residuais aderidos às fibras, e em seguida secos e quantificados para a determinação do teor de fibras de cada uma das variedades.

Amostras de bagaço serão caracterizadas quanto ao teor de cinzas [4]; teor de extrativos [5]; teor de lignina e carboidratos [6], volume de poros nas fibras por termoporometria [7], e cristalinidade [8]. Os resultados obtidos serão comparados com os valores obtidos para o bagaço de cana-de-açúcar “convencional” obtidos em estudos prévios realizados no CTBE. A avaliação energética das amostras será realizada pela determinação do poder calorífico [9] utilizando-se uma bomba calorimétrica.

As amostras de bagaço obtidas serão também submetidas a dois processos de fracionamentos químicos: pré-tratamento hidrotérmico e deslignificação organossolve, em condições otimizadas de reação estabelecidas nos estudos cinéticos prévios aplicados ao bagaço de cana-de-açúcar “convencional” (projeto Jovem Pesquisador FAPESP, *2010/08691-4*).

3.2. Pré-tratamento hidrotérmico e caracterização das correntes de processo

O pré-tratamento hidrotérmico, cujo intuito é a remoção principal das hemiceluloses das fibras de bagaço será realizado segundo a metodologia publicada por SANTUCCI e colaboradores [10]. A reação será realizada a 190°C por 10 minutos, a uma razão biomassa/solvente de 1:10 (m/v). Ao fim da reação, o material sólido pré-tratado (celulignina) será separado do licor de pré-tratamento e lavado em água corrente, sendo ambas as frações (sólida e líquida) armazenadas para as posteriores análises.

3.3. Deslignificação organossolve e caracterização das correntes de processo

A deslignificação organossolve tem como objetivo a remoção da fração lignina das fibras de bagaço utilizando como solvente uma mistura etanol/água (1:1 / v:v). A reação será realizada a 200°C e 90 minutos, a uma razão biomassa/solvente de 1:10 (m/v). Ao fim da reação, o material sólido pré-tratado (polpa celulósica) será separado do licor de pré-tratamento e lavado, sendo ambas as frações (sólida e líquida) armazenadas para as posteriores análises. A partir dos licores organossolve serão recuperadas as ligninas isoladas por precipitação em água que serão caracterizadas pelas técnicas de espectroscopia no infravermelho (FTIR) e análise elementar (CHONS), assim como pelo seu poder calorífico.

3.4. Hidrólise enzimática

As diferentes amostras de bagaço de cana-energia estudadas, tanto na forma integral quanto pré-tratadas serão submetidas à hidrólise enzimática, com o intuito de verificar a performance destes materiais frente à obtenção de açúcares fermentescíveis a partir da celulose presente nas fibras. As reações de hidrólise serão realizadas segundo o protocolo padrão utilizado no CTBE, que emprega a enzima celulase comercial (*Celluclast 1.5 L*) suplementada com β-glicosidase (*Novozym 188*).

4. CRONOGRAMA

Etapa	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
Revisão Bibliográfica	X	X	X	X								
Preparo de material		X	X	X								
Pré-tratamento hidrotérmico				X	X	X						
Deslignificação organossolve							X	X	X			
Hidrólise enzimática						X	X	X	X	X	X	
Caracterização			X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Confecção do Relatório											X	X

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Manoel Regis Lima Verde Leal. "ENERGY CANE", p.751-760. *In* Luis Augusto Barbosa Cortez (Coord.). **Sugarcane bioethanol — R&D for Productivity and Sustainability**, São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2014.
- [2] KIM, M.; DAY, D. F. Composition of sugar cane, energy cane, and sweet sorghum suitable for ethanol production at Louisiana sugar mills. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, v. 38, p. 803-807, 2008.
- [3] VIATOR, R. P.; RICHARD Jr., E. P. Sugar and energy cane date of planting effects on cane, sucrose and fiber yields. **Biomass and Bioenergy**, v. 40, p. 82-85, 2012.
- [4] SLUITER, A.; HAMES, B.; RUIZ, R.; SCARLATA, C.; SLUITER, J. and TEMPLETON, D. Determination of Ash in Biomass. **Technical Report, NREL/TP-510-42622, National Renewable Energy Laboratory**, 2005.
- [5] TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY. Solvent extractives of wood and pulp – **T204 cm-97**. Atlanta, 2007. v. 2, p. 1-12.
- [6] SLUITER, A.; HAMES, B.; RUIZ, R.; SCARLATA, C.; SLUITER, J.; TEMPLETON, D. and Crocker, D. Determination of Structural Carbohydrates and Lignin in Biomass. **Technical Report, NREL/TP-510-42618, National Renewable Energy Laboratory**, 2008.
- [7] DRIEMEIER, C.; MENDES, F. M.; OLIVEIRA, M. M. Dynamic vapor sorption and thermoporometry to probe water in celluloses. **Cellulose**, v. 19, p. 1051-1063, 2012.
- [8] DRIEMEIER, C.; MENDES, F. M.; SANTUCCI, B. S.; PIMENTA, M. T. B. Cellulose co-crystallization and related phenomena occurring in hydrothermal treatment of sugarcane bagasse. **Cellulose**, 2015. Doi: 10.1007/s10570-015-0638-7.
- [9] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 8633, Carvão vegetal – determinação do poder calorífico. 1984.
- [10] SANTUCCI, B. S., MAZIERO, P., RABELO, S. C., CURVELO, A. A. S., PIMENTA, M. T. B. Autohydrolysis of hemicelluloses from sugarcane bagasse during hydrothermal pretreatment: a kinetic assessment. **Bioenergy Research**, 2015. DOI: 10.1007/s12155-015-9632-z.