



CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA BIOMASSA DE MILHETO (*Pennisetum glaucum*)

A. P. DRESCH¹, J. F. FÜHR¹, A. C. G. VARGAS¹, G. M. MIBIELLI¹ e J. P. BENDER¹

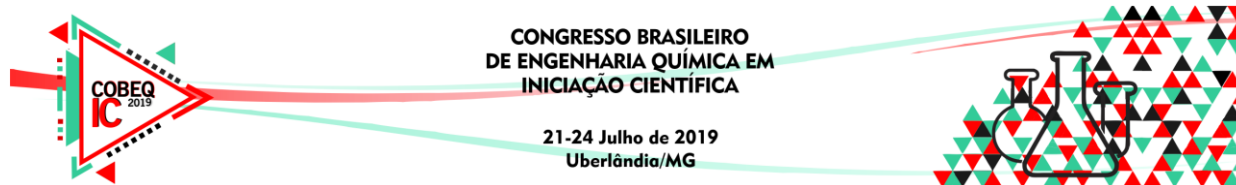
¹ Universidade Federal da Fronteira Sul, UFFS – *Campus* Chapecó
E-mail para contato: alinepdresch@gmail.com

RESUMO – Os obstáculos encontrados na produção de bioetanol impulsionam as pesquisas na área de energias renováveis, como as provenientes de resíduos agroindustriais. Quando a obtenção de etanol for viabilizada explorando matérias-primas alternativas, incluindo resíduos agrícolas, teremos um aumento expressivo da oferta de álcool combustível. Nesse contexto, a biomassa de milheto (*Pennisetum glaucum*) aparece como uma fonte em destaque para a produção de E2G. Sua alta produtividade de 60 t ha⁻¹ de massa verde, associada a um ciclo curto de produção de 120 dias, coloca essa biomassa entre as promissoras para a produção de bioetanol. Dessa forma, com o intuito de flexibilizar a produção deste combustível por meio de diferentes matérias-primas, é preciso desenvolver processos viáveis, que disponibilizem a glicose para posterior conversão a etanol, passando primeiramente, por uma adequada caracterização físico-química da matéria-prima. Assim, neste trabalho, realizou-se a caracterização físico-química da biomassa de milheto quanto à umidade, cinzas, extrativos e lignina insolúvel. O teor de umidade encontrado foi de 2,79%. Os valores encontrados para cinzas, extrativos e lignina insolúvel de 5,27%, 19,47% e 8,62%, respectivamente, mantiveram-se dentro da faixa literária e possuem concordância, sendo favoráveis à produção de bioetanol.

1. INTRODUÇÃO

O bioetanol é o biocombustível obtido através de matérias orgânicas vegetais, ou seja, que contenham quantidades expressivas de celulose em sua composição. Porém, esses resíduos provenientes do cultivo de diversas oleaginosas, quando não possuem uma destinação correta, geram impactos significativos ao meio ambiente. A produção de etanol a partir desses resíduos é uma alternativa para agregar valor a esta biomassa e, gerar uma destinação correta dos mesmos.

Portanto, é essencial diversificar e explorar matérias-primas alternativas, incluindo grãos cereais, biomassas de pastagem e seus resíduos agrícolas. Milhões de toneladas de resíduos são deixados para trás como um subproduto após a colheita, geralmente se decompondo nos campos ou queimados para redução de volume e início do próximo plantio. Agricultores e pecuaristas produzem toneladas de feno e silagem anualmente para a produção de ração animal. Uma destas biomassas utilizadas para a produção de ração e/ou planta de cobertura de solo é o milheto, com uma área plantada no Brasil de cerca de 2,1 milhões de hectares (CHEN et al., 2007; EMBRAPA, 2016).



De modo geral, a biomassa de milheto assume um papel de extrema importância no agronegócio nacional em razão de sua versatilidade, ou seja, utilizado para vários propósitos, sendo o mais recente, a produção de biomassa visando à geração de biocombustíveis através de reações enzimáticas (EMBRAPA, 2016).

Em função das questões expostas, este estudo reporta a caracterização físico-química da biomassa de milheto, etapa inicial para a avaliação do potencial desta biomassa para a produção de etanol de segunda geração.

2. Metodologia

2.1. Obtenção e Preparo da Biomassa de Milheto

A biomassa lignocelulósica de milheto, utilizada nos experimentos foi obtida na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Chapecó. Após a colheita, a biomassa restante no campo foi coletada e armazenada em câmaras de refrigeração.

Primeiramente, o material passou pela etapa de pré-secagem em estufa e redução de tamanho em moinho de facas, até a obtenção de partículas com tamanhos inferiores a 0,5 mm, selecionadas através de uma peneira acoplada ao próprio equipamento. Em subsequência, realizaram-se as análises de granulometria, umidade final, teor de cinzas, extrativos e lignina insolúvel.

2.2. Análise Granulométrica

Para a determinação da distribuição do tamanho de partículas na biomassa, utilizou-se como referência o procedimento padrão NREL “Determination of Total Solids in Biomass” (HAMES et al., 2005). Peneiras na série Taylor 9, 16, 30, 40, 60 e 100 mesh foram utilizadas para a separação do material. Inicialmente pesaram-se as peneiras, que posteriormente são empilhadas na seguinte ordem, começando na parte inferior: a bandeja inferior, 100, 60, 40, 30, 16 e 9 mesh. Em seguida, foi adicionado aproximadamente 100 g do material em análise na parte superior da série de peneiras e estas foram presas em um agitador eletromagnético, sendo agitadas na frequência de 70% durante 15 min. Ao término do período, pesaram-se as peneiras para determinar a massa retida em cada uma delas.

2.3. Teor de Umidade, Sólidos Totais e Cinzas

Teor de Umidade: A determinação do teor de umidade da biomassa seguiu o procedimento padrão do NREL “Determination of Total Solids in Biomass” (SLUITER et al., 2005). O teor de umidade da biomassa foi calculado pela Equação 1. Enquanto que o índice de sólidos totais (ST) da amostra pode ser calculado pela Equação 2.

$$\% \text{ umidade} = \left(\frac{1 - (M_3 - M_1)}{(M_2 - M_1)} \times 100\% \right) \quad (1)$$

Onde: M_1 é a massa do béquer vazio, em g; M_2 é a massa do béquer + amostra úmida, em g e M_3 é a massa do béquer + amostra absolutamente seca, em g.

$$\% ST = (100 - \% umidade) \quad (2)$$

Teor de Cinzas: Com a finalidade de quantificar o material inorgânico na biomassa, estrutural ou extraível, como parte da composição total, utilizou-se o procedimento padrão NREL “Determination of Total Solids in Biomass” (SLUITER et al., 2005). Para o cálculo do teor de cinzas utilizou-se a Equação 3.

$$\% cinzas = \left(\frac{(M_3 - M_1)}{(M_2 - M_1)} \times 100\% \right) \quad (3)$$

Onde: M_1 é a massa do cadinho vazio, em g; M_2 é a massa do cadinho vazio + massa da biomassa descontando o teor de umidade, em g; M_3 é a massa do cadinho com cinzas, em g.

2.4. Teor de extrativos

Realizou-se os experimentos baseando-se nos procedimentos padrões NREL “Determination of Total Solids in Biomass” (SLUITER et al., 2005) e na norma TAPPI T “Solvent Extractives in Biomass” (TAPPI, 1996). Para o cálculo do teor de extrativos recorre-se a Equação 4.

$$\% extrativos = \left(\frac{(M_1 - M_2)}{(M_1)} \times 100\% \right) \quad (4)$$

Onde: M_1 é a massa da biomassa descontando o teor de umidade, em g; M_2 é a massa da biomassa livre de extrativos, em g.

2.5. Teor de Lignina Insolúvel

Para a determinação da lignina insolúvel, realizou-se primeiramente uma hidrólise ácida concentrada, onde pesou-se aproximadamente 0,3 g de cada amostra, descontando o teor de umidade, em tubos de ensaio devidamente etiquetados. Adicionou-se 3,00 mL de ácido sulfúrico a 72% (m/m) em cada tubo. Posteriormente, os tubos foram incubados em banho termostático a 30°C por 1 h. Usou-se um bastão de vidro para agitar as amostras a cada 5-10 min, sem remover os tubos do banho. Logo, no processo de hidrólise ácida diluída, depois de decorrido o tempo da hidrólise ácida concentrada, removeu-se os tubos do banho e transferiu-se o conteúdo quantitativamente para erlenmeyers de 250 mL, utilizando para isso 84 mL de água destilada, sendo a concentração ácida do meio diluída para 4%. Preparou-se um branco com ácido sulfúrico a 4%. Para a completa hidrólise dos oligômeros, fecharam-se os erlenmeyers com papel alumínio e elásticos e os colocou em uma autoclave por 1h a 121°C (pressão de 1,1 bar). Após a descompressão da autoclave, os frascos foram retirados e resfriados à temperatura ambiente antes de remover o papel alumínio.

Os hidrolisados ácidos foram filtrados em funil utilizando-se papéis de filtro, em seguida, o papel filtro juntamente com os sólidos retidos foram transferidos para Placas de Petri. Os sólidos retidos foram lavados com água destilada em abundância, aproximadamente 1 litro, e encaminhados para estufa a 40°C até massa constante (Aproximadamente 40 min).

Para que não houvesse uma superestimação dos dados de lignina insolúvel, o teor de cinzas, segundo o método já explanado, foi descontado nos cálculos. Como demonstra a Equação 5 (RABELO, 2010).

$$\% \text{ lignina insolúvel} = \left(\frac{M_2}{M_1} \times 100\% \right) - \% \text{ cinzas} \quad (5)$$

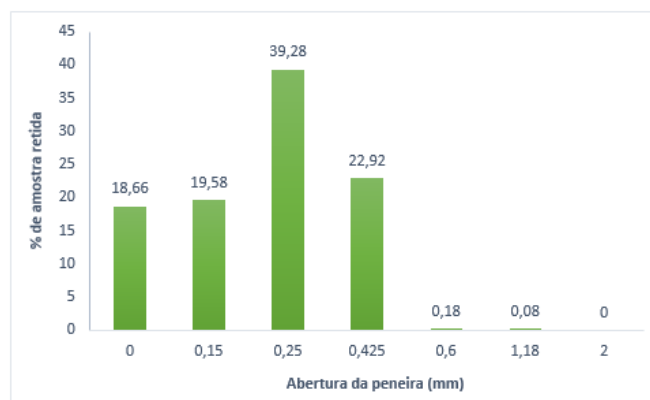
Onde: M_1 é a massa da biomassa utilizada na hidrólise descontando o teor de umidade, em g; M_2 é a massa da lignina insolúvel seca, em g; % cinzas: teor de cinzas, determinado seguindo a Equação 3.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Granulometria

Após o processo de secagem, separação inicial e moagem em moinho de facas, realizou-se a análise granulométrica da biomassa de milho, passando-se o material por peneiras da Série Taylor, com malhas de 9, 16, 30, 40, 60 e 100 mesh, equivalentes a uma abertura de malha de 2; 1,18; 0,6; 0,425; 0,25 e 0,15 mm, respectivamente. O percentual de amostra retida em cada peneira é apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Percentual da biomassa de milho retida em cada peneira.



Pode-se observar por meio da Figura 1, que a biomassa de milho apresenta uma distribuição de tamanho de partículas entre 0 a 0,425 mm, sendo a maior porcentagem retida na peneira de 60 mesh. Para a realização das demais análises, a granulometria utilizada foi a fração que passou na peneira de 30 mesh e ficou retida na de 40 mesh, visto que o tamanho da partícula está diretamente relacionado com a eficiência dos processos de pré-tratamento e hidrólise da biomassa (RABELO, 2010).

3.2. Teor de Umidade e Sólidos Totais

O teor de umidade e sólidos totais da biomassa de milho foram 2,79 e 97,21%, respectivamente. Logo, o teor de umidade pode ser considerado aceitável, uma vez que o valor foi baixo e/ou equivalente aos apresentados por outras biomassas na literatura, os quais

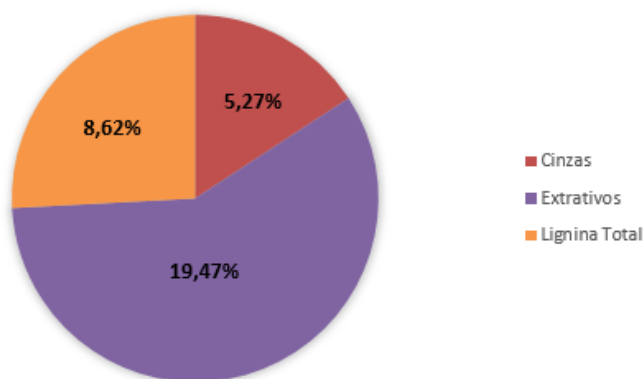
apontam valores inferiores a 10%. Isso é uma característica importante, pois o poder calorífico de matérias-primas lignocelulósicas é inversamente proporcional ao teor de água presente nos mesmos. Fator que pode interferir direta ou indiretamente nos parâmetros de pré-tratamento, pois altos valores de umidade demandam mais energia para a etapa de secagem que antecipa a transformação da biomassa em energia (SANTOS, 2014).

3.3. Teor de Cinzas, Extrativos e Lignina Insolúvel

Na Figura 2 são apresentados os resultados para o teor de cinzas, extrativos e lignina insolúvel. O valor de cinzas de 5,27% encontra-se abaixo do esperado quando comparado com Chen et al. (2007), que encontrou uma porcentagem de 10,72 para a mesma biomassa. Entretanto, esta baixa concentração de inorgânicos (cinzas) relatada neste estudo torna-se importante, principalmente pela busca por matérias-primas com baixo teor de cinzas, reduzindo assim o descarte de resíduos inorgânicos ao longo do processo.

Quanto aos extrativos, o valor constatado no estudo de 19,47% está dentro da faixa literária quando comparado com outras biomassas lignocelulósicas, Salazar *et al.* (2005) por exemplo, relatou 28,53% de extrativos para a palha de milho. Para a lignina insolúvel, Yadav et al. (2019) encontraram uma porcentagem de 10,54% para o mesmo material, apresentando concordância com os valores obtidos no estudo.

Figura 2 – Percentual de cinzas, extrativos e lignina insolúvel em base seca.



4. CONCLUSÃO

O desenvolvimento de etanol a partir de biomassa lignocelulósica envolve a otimização dos processos para a produção, e, a caracterização físico-química é de extrema importância, para que se consiga avaliar a eficiência dos diferentes processos.

Através dos resultados apresentados, foi possível observar que a biomassa de milheto utilizada no presente estudo é uma matéria-prima promissora para produção bioetanol, todas as análises realizadas (umidade, cinzas, extrativos e lignina insolúvel) totalizam 36,15% da sua composição, ou seja, 63,85% teoricamente são as frações de celulose e hemicelulose presentes na biomassa, polissacarídeos essenciais para produção do bioetanol.



Por fim, com base nos resultados analisados e discutidos, conclui-se que a biomassa lignocelulósica avaliada demonstra um potencial promissor para a produção de bioetanol, sendo viável física e quimicamente frente ao volume gerado nas lavouras. Todas as etapas envolvidas no processo de produção de etanol por meio dessas biomassas exigem, inicialmente, o conhecimento das suas variações físico-químicas, afim de melhorar o desenvolvimento de um processo que disponibilize os açúcares para posterior conversão em etanol.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pelo financiamento de uma bolsa de Iniciação Científica concedida através do Edital 490/UFFS/2018.

6. REFERÊNCIAS

- CHEN et al. Potential of Agricultural Residues and Hay of Bioethanol Production. *Biochem Biotechnol*, 2007, 142: 276-290.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Sistemas de Produção Embrapa: Cultivo do Milheto. Brasília – DF. 5. Ed. Abr. 2016. Disponível em: <<https://www.spo.cnptia.embrapa.br/temas-publicados>>.
- HAMES, B., RUIZ, R., SCARLATA, C., SLUITER, A., SLUITER, J., TEMPLETON, D. Preparation of Samples for Composition Analysis. *Nat. Ren. Energy Lab.*, v. 1-12, 2005.
- RABELO, S. C. Avaliação e otimização de pré-tratamento e hidrólise enzimática do bagaço de cana-de-açúcar para a produção de etanol de segunda geração. Tese Doutorado em Engenharia Química. Universidade Estadual de Campinas –Unicamp, Faculdade de Engenharia Química, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. Campinas – SP. 2010.
- SALAZAR, R. F. S.; SILVA, G. L. P.; SILVA, M. L. C. P. Estudo da composição da palha de milho para posterior utilização como suporte na preparação de compósitos. Faculdade de Engenharia Química de Lorena – FAENQUIL. Lorena – SP. 2005, p. 7.
- SANTOS, M.S. R. Estudo de pré-tratamentos de palha e sabugo de milho visando a produção de etanol 2G. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Alagoas – UFAL. Maceió – AL. 2014, p. 76.
- SLUITER, C. C et al. Produtividade do sorgo granífero cv. sacarino e qualidade de produtos formulados isoladamente ou combinados ao caldo de cana-de-açúcar. *Ciência e Tecnologia*, v. 25. Campinas, 2005.
- TAPPI – Technical Association of the Pulp and Paper Industry. TAPPI test methods T 204 om-88: solvent extractives of wood and pulp. *Atlanta: Tappi Technology Park*, 1996.
- YADAV, M.; RENGASAMY, R. S.; GUPTA, D. Characterization of Pearl Millet (*Pennisetum glaucum*) waste. *Elsevier*, 2019.