



CONGRESSO BRASILEIRO
DE ENGENHARIA QUÍMICA EM
INICIAÇÃO CIENTÍFICA

21-24 Julho de 2019
Uberlândia/MG



CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO RESÍDUO SÓLIDO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DE UMA INDÚSTRIA DE PAPELÃO

J. F. FÜHR¹, I. FRAGOSO¹, A. P. DRESCH¹, A. C. G. VARGAS¹ e G. M. MIBIELLI¹

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

RESUMO – As barreiras perante a produção de biocombustíveis lignocelulósicos impulsiona estudos com a utilização de diferentes tipos de resíduos na produção mais econômica de açúcares fermentescíveis, dentre eles o lodo de estação de tratamento de efluente das indústrias de papel reciclável. O resíduo apresenta alguns benefícios sobre outros materiais como pouca lignina presente, os polissacarídeos estão mais suscetíveis à hidrólise devida à manipulação - física e química - já realizada e sua produção é de forma concentrada e permanente. A composição do resíduo vai depender das condições operacionais, logo, é de suma importância a caracterização para posteriores considerações e aplicação na produção de bioetanol. Diante disso o trabalho refere-se à caracterização físico-química do lodo de estação de tratamento de efluente de uma indústria de papelão em teores de umidade, cinzas, extrativos e lignina insolúvel. O resíduo apresentou um teor de umidade de 64,16%. Os valores identificados para cinzas, extrativos e lignina insolúvel de 37,53%, 6,54% e ausente, respectivamente, diferem ligeiramente da faixa literária, considerados valores positivos diante do objetivo do trabalho. Entretanto faz-se necessária uma análise minuciosa dos compostos presentes nesse resíduo a fim de aprimorar resultados.

1. INTRODUÇÃO

Os biocombustíveis celulósicos são fruto de esforços mútuos de iniciativas governamentais, instituições públicas e privadas, contudo há diversas barreiras a serem quebradas, dentre elas o alto custo de produção e a resistência natural da biomassa lignocelulósica (Chen et al., 2014). Diante disso faz-se necessário estudos na busca por matérias-primas baratas, disponíveis e que sejam facilmente hidrolisáveis (Gomes; Domingues; Gama, 2016).

A destinação final dos resíduos sólidos de estações de tratamento de efluentes de indústria de papel é um grave problema ambiental. Atualmente esses resíduos são dispostos em aterros industriais, o que não é desejável tendo em vista o passivo ambiental e gastos com implementação e manutenção (Maciel; Alves; Silva, 2015). Diante disso algumas pesquisas buscam uma destinação apropriada, como a fertilização do solo, adição na fabricação de blocos cerâmicos e produção de bioetanol (Faria et al., 2016; Cusidó et al., 2015; Gomes; Domingues; Gama, 2016).



CONGRESSO BRASILEIRO
DE ENGENHARIA QUÍMICA EM
INICIAÇÃO CIENTÍFICA

21-24 Julho de 2019
Uberlândia/MG



O resíduo é produzido de forma concentrada e permanente, conferindo uma disponibilidade alta e baixos custos de transporte (Chen et al., 2014). Sebastião et al. (2016) afirma que o lodo de celulose e papel também pode ser uma matéria-prima interessante para a produção avançada de bioetanol, devido ao seu alto teor de polissacarídeos. Estes por sua vez, apresentam-se de forma mais suscetível à hidrólise enzimática, uma vez que o resíduo já foi sujeito a processamentos físicos e químicos assim, muitas vezes, dispensando a etapa de pré-tratamento (Sebastião et al., 2016; Chen et al., 2014).

Desta forma, o resíduo sólido da estação de tratamento de efluentes de uma indústria de papelão pode fornecer resultados interessantes na utilização em processos de produção de bioetanol, visto que é rico em matéria orgânica. A pesquisa apresenta a caracterização química do resíduo sólido da estação de tratamento de efluentes de uma indústria de papelão a fim de avaliar seu potencial como matéria-prima na produção de bioetanol de segunda geração.

2. Metodologia

2.1. Obtenção da Biomassa Residual

A biomassa utilizada para os experimentos provém do resíduo gerado a partir da produção de papelão reciclado de uma indústria da região Sul do país, onde o mesmo foi gentilmente cedido pela referida empresa. Devido ao alto teor de matéria orgânica presente no resíduo, fez-se necessário o seu armazenamento em câmaras frias para que não houvesse a degradação do material.

Para dar início às análises, o resíduo foi moído manualmente, com o auxílio de gral e pistilo, a fim de reduzir o tamanho de suas partículas e homogeneizar a amostra. Após o processo de secagem em estufa, foram realizados testes de umidade, teor de cinzas, extrativos e lignina insolúvel.

2.2 Teor de Umidade e Sólidos Totais

Utilizando estufa a 105°C, o procedimento de determinação do teor de umidade do resíduo seguiu o método do NREL “Determination of Total Solids in Biomass” (Sluiter et al., 2005). Esta análise tem por objetivo medir a quantidade de água presente na amostra. Calcula-se o teor de umidade através da Equação 1, enquanto que o índice de sólidos totais é calculado através da Equação 2.

$$\% \text{ umidade} = \left(\frac{1 - (M3 - M1)}{(M2 - M1)} \times 100\% \right) \quad (1)$$

Onde: M1 é a massa do béquer vazio, em g; M2 é a massa do béquer + amostra úmida, em g; e M3 é a massa do béquer + amostra absolutamente seca, em g.

$$\% \text{ sólidos totais} = (100 - \% \text{ umidade}) \quad (2)$$

2.4. Teor de cinzas



Com o intuito de determinar a quantidade de material inorgânico presente na biomassa após a queima do material orgânico, empregou-se o procedimento padrão NREL “Determination of Total Solids in Biomass” (Sluiter et al., 2005). Para realização do procedimento foram utilizados cadinhos de porcelana de 50 mL, enumerados adequadamente e pesados em balança analítica. Pesou-se cerca de 1,50 g do resíduo, descontando seu teor de umidade, nos cadinhos previamente pesados. Realizou-se a carbonização do mesmo em mufla a 800°C por 2 horas. Repetiu-se a calcinação por mais 15 min para verificar a constância do peso, efetuaram-se análises em quadruplicatas. O valor do teor de cinzas obtém-se utilizando a Equação 3.

$$\% \text{ cinzas} = \left(\frac{(M3 - M1)}{(M2 - M1)} \times 100\% \right) \quad (3)$$

Onde: M1 é a massa do cadinho vazio, em g; M2 é a massa do cadinho vazio + massa da biomassa descontando o teor de umidade, em g; M3 é a massa do cadinho com cinzas, em g.

2.5. Teor de extrativos

A fim de quantificar os extrativos removendo seu material não estrutural, baseou-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). Pesou-se aproximadamente 4,00 g da amostra, (descontando o teor de umidade), e adicionou-se ao cartucho de extração tendo sua massa devidamente anotada. O cartucho preenchido pelo resíduo foi introduzido no tubo de extração do Soxhlet. Após, adicionou-se 200 mL de água destilada em cada balão do extrator e ligou-se o aquecimento do mesmo para dar início ao processo de sifonação. A extração ocorreu até que o solvente em torno do cartucho se tornou incolor. Repetiu-se o mesmo processo utilizando 150 mL de álcool etílico. Para o cálculo do teor de extrativos utiliza-se a Equação 4.

$$\% \text{ extrativos} = \left(\frac{(M1 - M2)}{(M1)} \times 100\% \right) \quad (4)$$

Onde: M1 é a massa da biomassa descontando o teor de umidade, em g; M2 é a massa da biomassa livre de extrativos, em g.

2.6. Teor de Lignina Insolúvel

Para a determinação da lignina insolúvel, realizou-se primeiramente uma hidrólise ácida concentrada, na qual pesou-se aproximadamente 0,3 g de cada amostra, descontando o teor de umidade, em tubos de ensaio devidamente enumerados. Adicionou-se 3,00 mL de ácido sulfúrico a 72% (m/m) em cada tubo. Em seguida, 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 min, sem que os tubos fossem removidos do banho. Depois de decorrido o tempo da hidrólise ácida concentrada, removeu-se os tubos do banho e transferiu-se todo conteúdo para erlenmeyers de



250 mL, utilizando para isso, 84 mL de água destilada, sendo a concentração ácida do meio diluída para 4%, iniciando-se o processo de hidrólise diluída. Preparou-se um branco com ácido sulfúrico a 4%. Para a completa hidrólise, fecharam-se os erlenmeyers com papel alumínio e fita adesiva e os mesmos foram colocados em uma autoclave, por 1h a 121°C e 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 e encaminhados para estufa a 40°C até massa constante. Para os cálculos, Equação 5, o teor de cinzas é descontado para que não haja uma superestimação dos dados de lignina insolúvel.

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

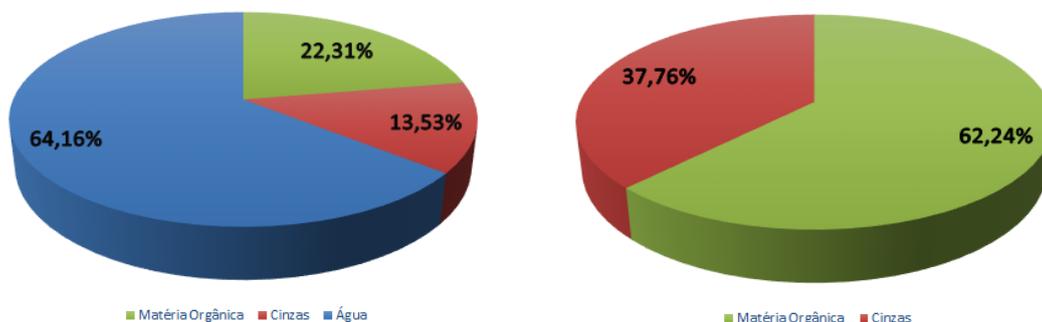
Onde: M1 é a massa da biomassa utilizada na hidrólise descontando o teor de umidade, em g; M2 é a massa da lignina insolúvel seca, em g; % cinzas: teor de cinzas, determinado seguindo a Equação 3.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Teor de Umidade e Sólidos Totais

Na Figura 1 são demonstrados os resultados da composição simplificada da biomassa. O teor de umidade e sólidos totais foram, respectivamente, de 64,16 e 35,84%. O valor de umidade encontra-se dentro do esperado se comparado com Faria et al. (2016), que ao analisar o resíduo do lodo de papel reciclado encontrou 65 a 66% de umidade, valor este devido à dificuldade de desaguamento do resíduo. Em termos de base seca, apresentou um total de 62,24% de matéria orgânica e 37,76% de cinzas, Marques et al. (2008) obteve, na mesma ordem 79,6% e 20,4% apontando uma concordância entre os dados obtidos.

Figura 1 - Percentual de água, cinzas e matéria orgânica em base úmida e seca.



3.2 Teor de Cinzas, Extrativos e Lignina Insolúvel



CONGRESSO BRASILEIRO
DE ENGENHARIA QUÍMICA EM
INICIAÇÃO CIENTÍFICA

21-24 Julho de 2019
Uberlândia/MG



Os resultados para o teor de cinzas, extrativos e lignina insolúvel foi de 37,53%, 6,54% e ausente, respectivamente. Ao comparar com a literatura, Chen et al. (2014) encontrou 54,1 a 56,1% de cinzas para o lodo de papel industrial. Porém, o menor percentual encontrado para o resíduo de papelão do presente estudo tem resultado positivo, principalmente por buscar-se matérias-primas com baixo teor de inorgânicos (cinzas) afim de reduzir o descarte desses resíduos inorgânicos no decorrer do processo.

Em relação aos extrativos, o valor está acima do encontrado por Chen et al. (2014), onde ele relata entre 2,53 e 2,62%. Esta diferença pode ser explicada pela variação entre os processos de tratamento de cada biomassa. Quanto à lignina, o resultado foi dentro do esperado, onde não houve presença da mesma.

4. CONCLUSÃO

Diante dos resultados expostos, é possível observar que o resíduo proveniente do lodo da estação de tratamento da indústria de papelão é uma matéria-prima com futuro promissor para a produção de bioetanol, tendo em vista o grande volume gerado diariamente por esta indústria. Outro fator positivo é a ausência de lignina em sua composição, tornando o processo mais simplificado, pois assim, a etapa de pré-tratamento não é necessária. Todavia, para obter melhores resultados, são necessárias mais análises do resíduo afim de conhecer melhor sua composição e, assim, desenvolver o melhor processo para geração de bioetanol.

5. AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS pelo financiamento de uma bolsa de Iniciação Científica através do Edital 1010/GR/UFFS/2018.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina – FAPESC pelo financiamento do projeto.

6. REFERÊNCIAS

- CHEN, H. et al. Economic evaluation of the conversion of industrial paper sludge to ethanol. *Energy Economics*, [s.l.], v. 44, p.281-290, jul. 2014.
- CUSIDÓ, J.a. et al. Incorporation of paper sludge in clay brick formulation: Ten years of industrial experience. *Applied Clay Science*, [s.l.], v. 108, p.191-198, maio 2015.
- FARIA, A. B. de C. et al. Efeito de lodo de papel reciclado sobre o crescimento em diâmetro de colo de *Eucalyptus saligna Smith*. *Ciência Florestal*, Santa Maria, RS, v. 26, n. 4, p.1371-1377, dez. 2016
- GOMES, D.; DOMINGUES, L.; GAMA, M. Valorizing recycled paper sludge by a bioethanol production process with cellulase recycling. *Bioresource Technology*, [s.l.], v. 216, p.637-644, set. 2016.



CONGRESSO BRASILEIRO
DE ENGENHARIA QUÍMICA EM
INICIAÇÃO CIENTÍFICA

21-24 Julho de 2019
Uberlândia/MG



- MACIEL, T. M. S.; ALVES, M. C.; SILVA, F. C.. Atributos químicos da solução e do solo após aplicação de resíduo da extração de celulose. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, PB, v. 19, n. 1, p.84-90, jan. 2015.
- MARQUES, S. et al. Conversion of recycled paper sludge to ethanol by SHF and SSF using *Pichia stipitis*. *Biomass And Bioenergy*, [s.l.], v. 32, n. 5, p.400-406, maio 2008.
- SEBASTIÃO, Diogo et al. Life cycle assessment of advanced bioethanol production from pulp and paper sludge. *Bioresource Technology*, [s.l.], v. 208, p.100-109, maio 2016.
- 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 de Alimentos*, Campinas, SP, v. 25, p.512-517, set. 2005.