



## OBTENÇÃO DE AÇÚCARES FERMENTECÍVEIS A PARTIR DO RESÍDUO DE UMA INDÚSTRIA DE PAPELÃO\*

ISABELLA FRAGOSO<sup>1,2,\*</sup>, ANA CAROLINA G. VARGAS<sup>2,3</sup>, FERNANDO MELZ<sup>2,3</sup>,  
GUILHERME M. MIBIELLI<sup>2</sup>, JOÃO P. BENDER<sup>4</sup>

### 1 Introdução/Justificativa

Visando a flexibilização da produção de bioetanol a partir de biomassa residual e a redução da dependência por combustíveis fósseis, este trabalho busca caracterizar o resíduo de uma indústria de papelão e desenvolver técnicas que disponibilizem a glicose para posterior conversão em etanol, por meio de processos de pré-tratamento e hidrólise, que além da demanda energética, priorizem alternativas quanto à redução do consumo hídrico.

### 2 Objetivos

Investigar o processo de produção de bioetanol a partir de biomassa residual, apresentando novas alternativas de produção industrial desse biocombustível. Caracterizar o resíduo e obter açúcares fermentescíveis através das etapas de pré-tratamento e hidrólise enzimática, visando a redução da demanda hídrica e energética.

### 3 Material e Métodos/Metodologia

A biomassa empregada nesse estudo é proveniente do resíduo gerado a partir da produção de papelão reciclado de uma indústria de papel e celulose do Oeste de Santa Catarina, gentilmente cedida pela empresa. O resíduo foi secado em estufa a 105°C, triturado em moinho de facas e submetido a ensaios de caracterização físico-químicas seguindo as metodologias descritas por RABELO, 2010.

Buscando entender o comportamento do resíduo realizou-se diferentes testes preliminares de pré-tratamento e hidrólise, como mostra a Tabela 1.

1Acadêmica de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Chapecó, **Bolsista** contato: isaffragoso@gmail.com

2Grupo de Pesquisa em Processos Enzimáticos e Microbiológicos (GPPEM)

3Discente, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Chapecó

4Docente, Universidade Federal da Fronteira Sul, **Orientador**.

\*Título diferente do subprojeto: “Biorrefinaria: resíduos, caracterização, pré-tratamento, hidrólise e fermentação” aprovado no edital N° 1010/GR/UFGS/2018.



**Tabela 1.** Testes preliminares de pré-tratamento e hidrólise enzimática realizados.

Teste	Lavagem	Pré-tratamento	Hidrólise Enzimática
1	Sem	Sem	CTec2 + HTec2
2	Água ácida + água	Sem	CTec2
3	Sem	Sem	CTec2
4	Água ácida	Sem	CTec2
5	Sem	Ca(OH) <sub>2</sub>	CTec2 + HTec2
6	Sem	Ca(OH) <sub>2</sub>	CTec2
7	Sem	NaOH	CTec2
8	Sem	NaOH	CTec2 + HTec2
9	Água ácida	NaOH	CTec2 + HTec2

Fonte: Próprios Autores

Partindo de condições ótimas obtidas por meio de trabalhos anteriores do grupo de pesquisa, todos os testes foram realizados com 10g de biomassa seca juntamente com uma solução de 100 mL, contendo 0,2 g de Hidróxido de Cálcio (Ca(OH)<sub>2</sub>)/g de biomassa ou 0,2 g de Hidróxido de Sódio (NaOH)/g de biomassa, conforme descrito na Tabela 1. Para os testes que não possuíram a etapa de pré-tratamento, adicionou-se apenas 100 mL de água destilada. Em relação as concentrações dos complexos enzimáticos Cellic CTec2 e Cellic HTec2, utilizou-se, conforme o teste, 2,0 % e/ou 0,5 % (m/m em relação à biomassa seca).

Todos os testes foram levados à incubação (Incubadora Shaker SOLAB SL-223), para as etapas de pré-tratamento e hidrólise, ambas com 200 rpm e 24h. Após retiradas da incubação, a determinação da concentração de açúcares redutores totais (ART) nas amostras seguiu o método DNS, enquanto a determinação de carboidratos foi realizada pela utilização de CLAE (Cromatografia Líquida de Alta Eficiência).

Quanto aos testes que possuíram lavagens, realizou-se dois tipos: lavagem com água acidificada (adição de ácido cítrico até pH 3,0) a 80°C e/ou lavagem com água a 80°C, antes da etapa de pré-tratamento.

Com base nos ensaios executados, iniciou-se um planejamento experimental Plackett & Burman (PB) com 12 ensaios e 5 variáveis, a saber: “Temperatura de Pré-tratamento” (70 e 35°C); “Pré-Tratamento com NaOH” (0,2 g NaOH/g biomassa seca); “Pré-Tratamento com Peróxido de Hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)” (0,1 g H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/ g biomassa seca); “Lavagem Acidificada Quente” (com e sem) e; “Lavagem com Água Quente” (com e sem).

#### 4 Resultados e Discussão



Em termos de base seca, os resultados obtidos referentes à composição química do resíduo industrial, estão dispostos na Tabela 2.

**Tabela 2.** Composição química do resíduo em base seca.

Cinzas	Extrativos	Lignina Total	Celulose	Hemicelulose
37,8 %	6,8 %	0,0 %	15,2 %	3,2 %

Fonte: Próprios autores

Destacam-se os valores de celulose e hemicelulose, estruturas que, ao serem hidrolisadas geram açúcares que podem ser fermentados em etanol. Os valores obtidos para esses polissacarídeos, no resíduo industrial, são relativamente menores em comparação a materiais lignocelulósicos, ainda assim, somam cerca de 18%. No que se refere a umidade, o resíduo apresentou um alto teor de água, 64%.

Quanto à investigação das etapas de pré-tratamento de hidrólise enzimática, os resultados obtidos encontram-se dispostos na Tabela 3.

**Tabela 3.** Rendimento glicosídico e produto inibidor gerado após pré-tratamento e hidrólise.

Teste	g ART <sup>1</sup> /g biomassa	g AT <sup>2</sup> /g biomassa	g IT <sup>3</sup> /g biomassa
1	0,039	0,007	0,009
2	0,031	0,014	0,000
3	0,064	0,019	0,000
4	0,054	0,021	0,000
5	0,042	0,012	0,013
6	0,051	0,022	0,006
7	0,083	0,027	0,000
8	0,119	0,041	0,000
9	0,133	0,070	0,000

<sup>1</sup>Açúcares Redutores Totais <sup>2</sup> Açúcares Totais <sup>3</sup> Inibidores Totais

Fonte: Próprios Autores

Observou-se que os testes com a presença da etapa de pré-tratamento, apresentaram melhores resultados, tornando esta, indispensável. Além disso, constatou-se que a presença das duas enzimas (CTec2 e HTec2) propiciou um aumento do conteúdo de açúcares no hidrolisado.

Os ensaios utilizando NaOH com a presença das duas enzimas (testes 8 e 9), apresentaram melhores resultados se comparado com o teste 5, utilizando Ca(OH)<sub>2</sub>. Porém, ao utilizar NaOH juntamente com a lavagem acidificada (teste 9), obteve-se valores ainda melhores (0,070 g de AT/g biomassa), cerca de 16% a mais do que os ensaios sem a etapa de lavagens. Tendo em vista que o resíduo apresenta 0,184g de açúcar para cada 1g de resíduo e



que o máximo obtido até o momento foi 0,070 g de açúcar, houve assim, uma recuperação de 38,3% de açúcares totais. Dessa forma, pretende-se atingir uma máxima recuperação a partir dos ensaios do planejamento experimental.

## 5 Conclusão

A partir dos ensaios realizados, observou-se que para o resíduo industrial, a presença das lavagens da biomassa juntamente com o Hidróxido de Sódio na etapa de pré-tratamento torna-se mais eficaz, dessa maneira, ainda não foi possível reduzir o consumo hídrico. No entanto, constatou-se a viabilidade de conversão do resíduo em açúcares que podem posteriormente ser fermentados para a produção de etanol de segunda geração.

## Referências

RABELO, S. C. Avaliação e otimização de pré-tratamentos e hidrólise enzimática do bagaço de cana-de-açúcar para a produção de etanol de segunda geração. 2010. 447 f. Tese – Unicamp, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Campinas, 2010.

**Palavras-chave:** Bioetanol; resíduo industrial; caracterização; pré-tratamento; hidrólise.

## Financiamento

FAPESC/UFGS - Edital N° 1010/GR/UFGS/2018.