

ESTUDO DA DISPONIBILIZAÇÃO DE AÇÚCARES FERMENTESCÍVEIS DA BIOMASSA LIGNOCELULÓSICA DE MILHO

LETÍCIA R. BOHN^{1,2*}, ALINE P. DRESCH^{1,2}, SÉRGIO L. ALVES JR.^{1,2},
GUILHERME M. MIBIELLI^{1,2}, JOÃO P. BENDER^{1,2}

¹Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Chapecó; ²Grupo de Pesquisa Processos
Enzimáticos e Microbiológicos (GPPEM)

*Autor para correspondência: Leticia Renata Bohn (leeticiaohn@gmail.com)

1 Introdução

Atualmente a utilização de resíduos lignocelulósicos para produção de etanol vem sendo investigada como alternativa frente à atual demanda deste biocombustível. Contudo, a utilização destes resíduos, passa, primordialmente, pelo desenvolvimento de um processo que disponibilize açúcares fermentescíveis para posterior conversão em etanol. O resíduo gerado na etapa de colheita do milho aparece como destaque no cenário estadual e nacional. Neste contexto, este trabalho reporta a caracterização físico-química e o estudo das etapas de pré-tratamento e hidrólise enzimática da biomassa lignocelulósica de milho.

2 Objetivo

Obter açúcares fermentescíveis através da investigação do efeito das variáveis de processo temperatura e concentração de hidróxido de cálcio nas etapas de pré-tratamento e hidrólise enzimática.

3 Metodologia

A biomassa, caule de milho, obtida na área experimental da UFFS - *Campus* Chapecó, foi seca em estufa a 50°C, triturada em moinho de facas e submetida à caracterização físico-química: análise granulometria, teores de umidade e cinzas, extrativos, lignina total, celulose, hemicelulose e grupos acetil, segundo as metodologias descrita por RABELO, 2010.

Atividade enzimática das enzimas Celic Ctec2 e Htec, cedidas pela Novozymes Brasil, foram realizadas segundo GHOSE, 1987. Seguidamente realizou-se a etapa de pré-tratamento

(200 rpm; 48h; 8g de biomassa; 200 mL de solução de $\text{Ca}(\text{OH})_2$; as variáveis temperatura e concentração de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ foram estabelecidos conforme a condição experimental apresentada na Tabela 2) seguida de hidrólise enzimática (200 rpm; 72h; 0,05% de Ctec2 e 0,2% de Htec, pH 5,0, 50°C). Os resultados foram tratados estatisticamente com o auxílio do software Statistica 5.0, $p < 0,05$.

4 Resultados e Discussão

A distribuição granulométrica da biomassa após apresentou uma distribuição média de aproximadamente 0,6 mm, com tamanho máximo de 1 mm.

Os resultados da caracterização físico-química são apresentados na Tabela 1. Os valores de umidade obtidos neste estudo estão abaixo dos valores reportados na literatura ($\approx 10\%$), uma vez que houve uma pré-secagem do material em estufa. O teor de cinzas, 5,62%, está de acordo com a literatura ($< 6\%$). A porcentagem de extrativos foi superior, por exemplo, às determinadas para as amostras de casca de arroz (6,1%) e palha de trigo (9,8%) (SILVA, 1997). De modo geral, observa-se baixa concentração de carboidratos na biomassa de caule. Este fato pode estar associado ao processo de hidrólise ácida empregada nesta etapa, o qual favoreceu a degradação dos carboidratos em hidroximetilfurfural e furfural e estes podem ter sido degradados a ácido fórmico, substância não analisada neste estudo. Contudo, observa-se na literatura um percentual de carboidratos para a palha de milho na faixa de 40 a 57%.

As enzimas comerciais Cellic Ctec 2 e Htec, apresentaram as seguintes atividades enzimáticas sobre o substrato papel filtro: 13,14 FPU/mL e 45,55 FPU/mL, respectivamente.

Na Tabela 2 apresentam-se as condições experimentais do pré-tratamento e suas respectivas respostas, em termos de açúcares redutores totais (ART) e carboidratos, analisados por HPLC, após a etapa de hidrólise. Verifica-se que o ensaio 2, 70°C e 0,2% de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ apresentou a maior concentração de açúcares, 24,6 g/L de ART e 0,36 g de carboidratos totais/g de biomassa seca. Os dados da Tabela 2 foram tratados estatisticamente, podendo-se avaliar o efeito das variáveis sobre a quantidade de açúcares obtidas, $\alpha = 5\%$.

Através do cálculo da análise de variância (ANOVA) obteve-se um modelo empírico para os carboidratos totais. O modelo codificado (Eq. 1), com coeficiente de correlação (R) de 0,95 e o F_{teste} de 19,9 (2,15 vezes maior que o F_{tabelado}), foi validado com 95% de confiança.

$$\text{Carboidratos Totais} = 0,28 + 0,005 \cdot T - 0,05 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2 - 0,02 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot T \quad (\text{Eq. 1})$$

Os resultados da análise para a resposta carboidratos totais são apresentados nas Figuras 1. Observa-se, mediante Figura 1(a), que apenas a variável % de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ apresentou efeito significativo. Através da Figura 1(b), verifica-se que elevadas concentrações de açúcares são obtidas em condições de alta temperatura e baixa concentração de $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Tabela 1. Caracterização química da biomassa lignocelulósica.

	Umidade estufa (%)	Umidade infravermelho	Teor de cinzas	Teor de extrativos	Lignina insolúvel	Lignina solúvel	Lignina Total
	7,49	7,43	5,62	23,36	5,01	6,77	11,78
	Celobiose (%)	Glicose	Xilose	Ramnose	Acetato	Furfural	HMF
	0	11,64	0	0	0	0,22	0,057

Fonte: Elaborado pelo autor

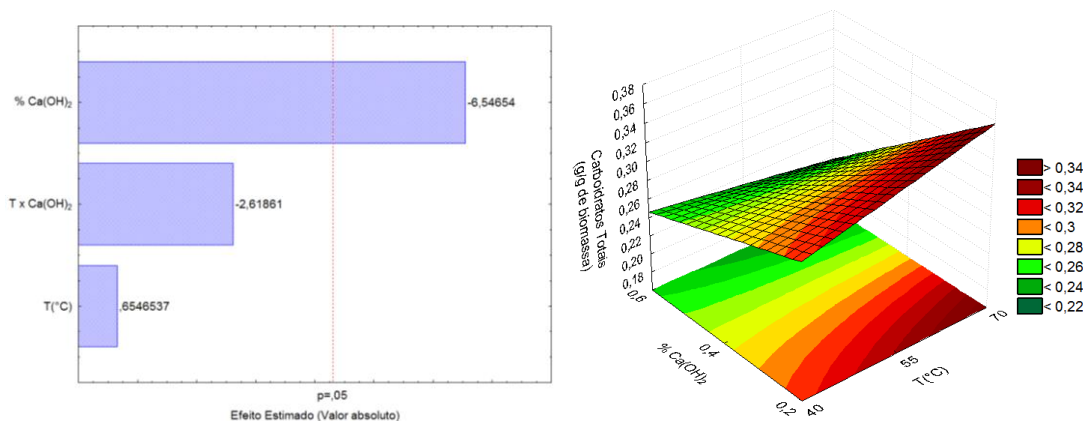
Tabela 2. Matriz experimental da etapa de pré-tratamento e hidrólise da biomassa lignocelulósica.

	Temperatura (°C)	% de $\text{Ca}(\text{OH})_2$	ART (g/L)	Glicose (g/L)	Xilose (g/L)	Carboidratos Totais (g/g de biomassa)**
1	(-)40	(-)0,2	16,05	7,01	5,48	0,31
2	(+)70	(-)0,2	20,28	7,70	6,56	0,36
3	(-)40	(+)0,6	14,33	5,51	4,60	0,25
4	(+)70	(+)0,6	11,23	4,04	4,68	0,22
6	(0)55	(0)0,4	12,30	5,67	4,77	0,26
7	(0)55	(0)0,4	15,90	6,21	5,26	0,29
8	(0)55	(0)0,4	15,67	5,83	5,18	0,28

* g de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ /g de biomassa; ** Ramnose e celobiose não foram detectados via HPLC.

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 1. Resultados da análise estatística para a resposta Carboidratos Totais. (a) Gráfico de Pareto. (b) Superfície de Resposta.



Fonte: elaborado pelo autor.

5 Conclusão

A partir do pré-tratamento e posterior hidrólise realizados, conseguiu-se obter uma quantidade relativamente elevada de açúcares, já que se trata de um resíduo agrícola. Desta forma, conclui-se que a biomassa lignocelulósica do caule de milho é viável 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.

SILVA, P. J. Estudo Cinético da Deslignificação Etanol-Água da Casca de Arroz. Derivatização da Casca e da Polpa Celulósica. **Tese de Doutorado. Instituto de Física e Química de São Carlos –**, São Carlos-SP. 1997

Palavras-chave: bioetanol; caracterização; pré-tratamento; hidrólise.

Fonte de Financiamento: Edital FAPESC Nº 07/2015- Projeto: Pré-tratamento, hidrólise, e fermentação de biomassa lignocelulósica de milho.