



# ANÁLISE TÉCNICA DE PROCESSOS DE PRÉ-TRATAMENTOS DE BIOMASSAS LIGNOCELULÓSICAS E RESÍDUOS INDUSTRIAIS PARA A DISPONIBILIZAÇÃO DE AÇÚCARES FERMENTESCÍVEIS

ANA C. G. VARGAS<sup>1,2\*</sup>, LETYCIA B. DA SILVA<sup>2,3</sup>, GUILHERME M. MIBIELLI<sup>2</sup>, JOÃO P. BENDER<sup>2,4</sup>

## 1 Introdução

A busca por fontes de energia renováveis e economicamente viáveis estimulou o desenvolvimento de pesquisas tecnológicas para encontrar alternativas ao uso de combustíveis fósseis. As biomassas lignocelulósicas e os resíduos industriais são fontes promissoras para a produção de combustíveis, dentre eles o bioetanol.

## 2 Objetivos

Avaliar diferentes processos de pré-tratamentos sobre a biomassa milho, caracterizando o material antes e após cada etapa de pré-tratamento, no intuito de verificar o melhor processo de pré-tratamento para a produção de etanol de segunda geração.

## 3 Metodologia

A biomassa lignocelulósica utilizada nos experimentos é a biomassa de milho (*Pennisetum glaucum*) proveniente das áreas experimentais da Universidade Federal da Fronteira Sul – *Campus* Chapecó. Para a realização de todos os experimentos, a biomassa passou pela etapa de pré-secagem em estufa e redução de tamanho em moinho de facas.

A caracterização química, realizada antes e após os pré-tratamentos, para a determinação dos teores cinzas, extrativos, lignina total e carboidratos, seguiu o procedimento padrão da NREL (2005) e da norma TAPPI T “Solvent Extractives in Biomass” (TAPPI, 1996). A biomassa foi submetida a secagem e pesagem após cada pré-tratamento para a determinação da solubilização do material. Todos os ensaios foram realizados em triplicata.

Os ensaios de pré-tratamento alcalino foram realizados nas seguintes condições experimentais, previamente definidas pelo grupo em trabalhos anteriores de Dresh et al. (2019) e Bohn (2018): (i) razão sólido-líquido 1:10; (ii) incubação em shaker (SL – 223) a 200 rpm e; (iii) tempo de incubação de 24 horas. As variáveis de processo investigadas nos ensaios experimentais deste

1 Discente, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Chapecó, contato: anacarolina.giacomelli99@gmail.com

2 Grupo de Pesquisa em Processos Enzimáticos e Microbiológicos

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

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



trabalho foram: (i) concentração do agente químico NaOH e; (ii) temperatura da incubadora shaker. Na Tabela 1 são apresentados os ensaios experimentais empregados neste trabalho.

**Tabela 1.** Condições experimentais realizados neste trabalho para avaliar os efeitos das variáveis concentração de agente químico e temperatura de incubação.

Ensaio	Concentração de NaOH (%)	Temperatura (°C)
1	5	30
2	15	30
3	5	70
4	15	70

## 4 Resultados e Discussão

### 4.1. Análise da Composição Química da Biomassa In Situ

Os resultados obtidos referentes à caracterização química da biomassa de milho in situ, em base seca, estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Caracterização química da biomassa de milho in situ em base seca.

Cinzas (%)	Extrativos (%)	Lignina total (%)	Celulose (%)	Hemicelulose (%)
4,08 ± 1,05*	21,08 ± 0,97*	11,27 ± 0,09*	37,03 ± 1,61*	19,89 ± 0,51*

\*Médias e desvio padrão dos ensaios realizados em triplicata

Os resultados obtidos na caracterização são equivalentes aos encontrados por Dresch et al. (2019) no qual apresentou os seguintes resultados de caracterização química desta biomassa: 5,27% de cinzas, 19,47% de extrativos, 8,62% de lignina total, 36,53% de celulose e 18,24% no teor de hemicelulose.

Observa-se que a caracterização química obtida neste trabalho está similar com demais caracterizações químicas de milho, por exemplo, Da Silva (2016) obteve os seguintes valores médios da caracterização química da planta inteira de milho: 5,67% de cinzas, 30,12% de hemicelulose e 27,15% de celulose. As variações da composição química são resultados de fatores como o clima, solo, adubação entre outros.

O valor de lignina total e extrativos encontrados para o milho são relativamente baixos, tornando se um fator relevante, pois estes têm efeito inibitório, necessitando removê-los para os processos de conversão da biomassa. Destaca-se ainda neste estudo que cerca de 57% da composição da biomassa é constituída de celulose e hemicelulose, polissacarídeos essenciais para a produção de etanol.

### 4.2. Análise da Composição Química da Biomassa Após Pré-Tratamento



Os resultados obtidos da composição química da biomassa após os pré-tratamentos realizados estão dispostos na Tabela 3.

**Tabela 3.** Caracterização química da biomassa de milho após a etapa de pré-tratamento, realizada em diferentes condições experimentais.

Ensaio	Cinzas (%)	Extrativos (%)	Lignina total (%)	Celulose (%)	Hemicelulose (%)
1	2,77 ± 0,32*	11,14 ± 1,03*	18,58 ± 2,35*	37,20 ± 2,21*	17,83 ± 0,88*
2	7,97 ± 1,20*	25,43 ± 0,46*	2,92 ± 0,58*	35,38 ± 2,61*	18,88 ± 2,84*
3	2,06 ± 0,17*	10,61 ± 0,63*	14,99 ± 1,74*	34,42 ± 2,19*	16,12 ± 1,46*
4	10,16 ± 0,74*	23,96 ± 1,38*	3,61 ± 0,51*	33,18 ± 0,94*	16,94 ± 0,60*

\*Médias e desvio padrão dos ensaios realizados em triplicata

A partir dos resultados apresentados na Tabela 3, observa-se que o primeiro ensaio é o único em que em média o teor de celulose se manteve após o pré-tratamento, não ocorrendo perda e/ou degradação deste componente na biomassa pré-tratada, enquanto no segundo e terceiro ensaio houve uma perda não significativa de celulose. Contudo, no quarto ensaio, a solubilização de cerca de 10,5% de celulose, quando comparada a biomassa in situ, indica que as condições do pré-tratamento foram drásticas, acarretando em uma perda substancial de celulose por degradação o que contribuirá para a diminuição do rendimento glicosídico. Como o pré-tratamento alcalino não é seletivo para a remoção da lignina, carboidratos, incluindo a celulose podem ser degradados neste processo.

Com relação ao teor de lignina, apenas o segundo ensaio mostrou-se satisfatório em relação ao percentual de degradação de lignina (cerca de 74%, quando comparado com a biomassa in situ), garantindo um alto conteúdo acessível de celulose para degradação enzimática e tornando-se o mais viável para estudos da produção de etanol de segunda geração. No terceiro e quarto ensaio onde a temperatura de incubação é mais elevada, observa-se que houve maior remoção de hemicelulose. A hemicelulose, assim como a lignina, formam uma camada protetora ao redor da celulose, reduzindo a eficiência do ataque enzimático, assim a dissolução da hemicelulose poderia refletir em uma melhora na conversão enzimática da celulose em glicose (ÖHGREN et al.; 2007).

#### 4.3. Análise da Solubilização da Biomassa

Os resultados obtidos da solubilização da biomassa para as condições experimentais estão dispostos na Tabela 4.

**Tabela 4.** Solubilização da biomassa após o pré-tratamento.

Ensaio	Massa Inicial (g)	Massa Final (g)	Solubilização (%)
1	12,5	9,8 ± 0,1*	21,7 ± 0,1*
2	12,5	7,4 ± 0,9*	40,1 ± 0,9*
3	12,5	9,0 ± 0,1*	28,3 ± 0,1*
4	12,5	7,9 ± 0,3*	36,5 ± 0,3*

\*Médias e desvio padrão dos ensaios realizados em triplicata

A partir dos resultados apresentados na Tabela 4, podemos observar que o segundo ensaio obteve a maior solubilização de biomassa após o pré-tratamento, podemos relacionar esse resultado com o resultado exibido na Tabela 3, onde é exposto que para o mesmo ensaio houve grande solubilização de lignina, evidenciando que a lignina é uma substância de alta massa molecular (VICTOR, 2014), e sua degradação causa grande impacto na massa final da biomassa em estudo.

## 5 Conclusão

Dentro das condições experimentais realizadas, as condições do segundo ensaio apresentaram a maior remoção de lignina total (cerca de 74%) assim como a maior solubilização de biomassa (40,1%), se tornando o ensaio mais viável para estudos da produção de etanol de segunda geração.

## Referências

- BOHN, L. R. Produção De Bioetanol a Partir de Biomassa Lignocelulósica de Milho. 2018. 21 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, 2018.
- DA SILVA, MARCELO MARCOS. Características agronômicas e nutricionais de genótipos de Milheto. 2016.
- DRESCH, A., FÜHR, J., VARGAS, A., MIBIELLI, G., & BENDER, J. Caracterização Físico-Química Da Biomassa De Milheto (*Pennisetum glaucum*). Anais da COBEQIC XIII, Uberlândia, v. 1, n. 6, 2019.
- ÖHGREN, Karin et al. Effect of hemicellulose and lignin removal on enzymatic hydrolysis of steam pretreated corn stover. *Bioresource technology*, v. 98, n. 13, p. 2503-2510, 2007.
- VICTOR, P. A. Compósitos poliméricos obtidos pela combinação de estireno e lignina. Embrapa Agroenergia-Outras publicações científicas (ALICE), 2014.

**Palavras-chave:** Pré-tratamento, Bioetanol, Biomassa Lignocelulósica, Açúcares Fermentescíveis.

**Financiamento** PIBIC/CNPq, Edital nº 335/GR/UFFS/2019