

ANÁLISE TÉCNICA DE PROCESSOS DE PRÉ-TRATAMENTOS DA BIOMASSA CAPIM ELEFANTE (*PENNISETUM PURPUREUM*)

ANA C. G. VARGAS^{1,2*}, SIUMAR P. TIRONI^{2,3}, GUILHERME M. MIBIELLI^{2,3}, JOÃO P.
BENDER^{2,4}

1 INTRODUÇÃO

O etanol é um biocombustível líquido amplamente utilizado no mundo e a mudança de sua produção a base de açúcar para a produção de segunda geração, a base de lignocelulósicas, tem sido interessante devido a abundância dessas matérias-primas não comestíveis. Entre as fontes lignocelulósicas está a biomassa de capim elefante (*Pennisetum purpureum*), considerada uma cultura energética para a produção de etanol devido ao seu alto teor de holocelulose e alta produtividade.

Para a produção de segunda geração, os pré-tratamentos desempenham um papel importante para melhorar a acessibilidade da enzima a cadeia de celulose. Estudos tem investigados vários métodos de pré-tratamento com o objetivo de obter elevados rendimentos de açúcares fermentescíveis. Dessa forma, no presente estudo, buscamos determinar um processo simples e de elevado rendimento para a produção de etanol com o capim elefante.

2 OBJETIVOS

Avaliar diferentes processos de pré-tratamentos sobre a biomassa de capim elefante, caracterizando o material 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

Obtenção e preparação da biomassa lignocelulósica

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

2 Grupo de Pesquisa em Processos Enzimáticos e Microbiológicos

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

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

A biomassa de capim elefante utilizada neste estudo é proveniente das áreas experimentais da Universidade Federal da Fronteira Sul – *Campus* Chapecó. Para a realização dos experimentos, a biomassa passou pela etapa de pré-secagem em estufa e redução de tamanho, sendo a faixa de tamanho de 30 a 40 mesh utilizado nos ensaios.

Caracterização físico-química

A caracterização físico-química foi realizada por meio da determinação dos teores de cinzas, extrativos, lignina total e carboidratos, seguindo o procedimento padrão da NREL (2005) e da norma TAPPI (1996), sendo os ensaios realizados em triplicata.

Variáveis de processo fixadas

As variáveis de processo (i) razão sólido-líquido 1:10 (m/v); (ii) incubação em shaker a 200 rpm e; (iii) tempo de incubação de 24 horas, foram previamente definidas pelo grupo em trabalhos anteriores de Dresch et al. (2019) e Bohn (2018).

Definição do agente químico

Inicialmente, buscando definir o(s) agente(es) que apresenta(m) o(s) melhor(es) resultado(s) em termos de remoção de lignina e concentração de holocelulose, avaliou-se a influência dos agentes químicos $\text{Ca}(\text{OH})_2$, KOH e NaOH, em temperatura de incubação de 70°C e concentração de agente químico de 0,2 g/g de biomassa.

Planejamentos experimentais

Buscando avaliar o efeito das variáveis (i) concentração de agente químico e (ii) temperatura de incubação no processo de separação da estrutura lignocelulósica, realizou-se os dois planejamentos fatoriais completo, 2^2 , com ponto central e triplicata de cada ensaio. Os fatores e os níveis investigados nestes planejamentos podem ser visualizados na Tabelas 3 e 4.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Definição do agente químico

A biomassa utilizada neste estudo foi anteriormente caracterizada por Mibielli e Dresch (2020): Cinzas $3,4 \pm 0,4\%$, Extrativos $9,6 \pm 0,4\%$, Lignina total $18,1 \pm 0,9\%$, Celulose $38,4 \pm 0,1\%$ e Hemicelulose $14,4 \pm 0,1\%$. A caracterização posterior aos ensaios de pré-tratamento não

detectaram lignina presente no capim elefante, assim a deslignificação do capim foi de 100% (Tabela 1). Os resultados da deslignificação são superiores neste trabalho se compararmos aos resultados de Cardona et al. (2014), que estudou os efeitos de diferentes métodos de pré-tratamento no capim elefante (Tabela 2).

Tabela 1. Resultado dos ensaios de definição do agente químico*

Ensaio	Agente (0,2 g agente/g biomassa), Temperatura (°C)	Cinzas (%)	Extrativos (%)	Celulose (%)	Hemi. (%)
1	Ca(OH) ₂ , 70°C	13,0 ± 1,4 ^a	13,6 ± 2,4 ^b	34,2 ± 3,8 ^b	14,4 ± 1,6 ^a
2	KOH, 70°C	14,8 ± 1,4 ^a	30,11 ± 2,3 ^a	45,4 ± 1,0 ^a	16,6 ± 2,6 ^a
3	NaOH, 70°C	15,0 ± 3,9 ^a	31,04 ± 2,3 ^a	46,5 ± 0,7 ^{a,Λ}	18,0 ± 2,7 ^{a,Λ}

*Médias e desvio padrão dos ensaios realizados em triplicata; Lignina total não detectada; ^{ab} Letras minúsculas iguais na mesma coluna não apresentam diferença significativa entre os ensaios pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$); ^Λ Letra maiúscula representa o melhor resultado pelo teste de HSU ($\alpha = 0,05$).

Tabela 2. Caracterizações de diferentes métodos de pré-tratamentos no capim elefante

Composição	Celulose	Hemicelulose	Lignina	Extrativos	Cinzas	Outros
Método	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
In situ	22,6	20,9	19,4	9,9	11,1	16,1
Pré-tratado com NaOH	31,2	21,9	6,8	3,1	5,4	31,5
Pré-tratado com ácido diluído	24,0	13,5	13,4	9,4	10,5	29,3
Imersão aquosa de amônia	32,5	25,4	9,2	3,04	8,3	18,5
Explosão a vapor	31,3	29,0	15,8	6,7	8,7	8,5
Pré-tratado com H ₂ O ₂	39,2	10,5	11,0	11,8	10,7	16,8

Fonte: CARDONA et al., 2014.

Observa-se na Tabela 1 que para a fração celulósica, no primeiro ensaio houve a solubilização de cerca de 10,9% de celulose, em comparação com a caracterização in situ, indicando que as condições do ensaio foram drásticas, acarretando em uma perda substancial de celulose por degradação o que contribuirá para a diminuição do rendimento glicosídico. Para o segundo e terceiro ensaio, houve um aumento na concentração de holocelulose, quando comparada com a biomassa sem pré-tratamento, de 17,4% e 22,1%, respectivamente. Além disso, a fração de lignina existente nas biomassas foi severamente afetada em função dos ensaios aplicados, o que representa uma vantagem, visto que a lignina se constitui como uma “barreira” que impede a eficiência da hidrólise enzimática.

Primeiro planejamento experimental

As caracterizações posteriores aos pré-tratamentos, apresentadas na Tabela 3, não detectaram lignina presente nos ensaios investigados. Em relação a celulose e hemicelulose, a caracterização in natura apresenta teores de 38,4% e 14,4%, totalizando 52,8% de holocelulose. A caracterização posterior juntamente com o teste de HSU ($\alpha = 0,05$) revelam que os melhores resultados em relação ao maior teor de holocelulose são: ensaio 2 (67,45%); ensaio 4 (62,01%); ensaio 3 (59,99%); ensaio 5 (58,04%) e; ensaio 1 (54,30%). Ainda, para o teor de holocelulose, a análise estatística indicou que a variável concentração de agente químico e a interação entre as variáveis apresentaram efeito significativo (p-valor $<0,05$) positivo e negativo, respectivamente.

Tabela 3. Resultados do primeiro planejamento experimental

Ensaio	KOH	Cinzas (%)	Extrativos (%)	Celulose (%)	Hemi. (%)
	(% g agente/g biomassa), Temperatura (°C)				
1	10; 35 (-1; -1)	13,30 ± 2,44	23,56 ± 5,20	41,05 ± 1,65	13,26 ± 1,36
2	20; 35 (1; -1)	14,82 ± 2,73	41,92 ± 2,60	50,52 ± 2,64	16,93 ± 3,13
3	10; 70 (-1; 1)	10,70 ± 0,68	33,91 ± 1,22	44,01 ± 1,15	15,98 ± 3,91
4	20; 70 (1; 1)	17,15 ± 1,60	44,09 ± 2,84	45,44 ± 0,67	16,57 ± 2,61
5	15; 52,5 (0; 0)	14,39 ± 2,76	39,51 ± 1,62	45,79 ± 0,35	12,25 ± 3,32

*Médias e desvio padrão dos ensaios realizados em triplicata; Lignina total não detectada.

Segundo planejamento experimental

Tabela 4. Resultados do segundo planejamento experimental

Ensaio	NaOH	Cinzas (%)	Extrativos (%)	Celulose (%)	Hemi. (%)
	(% g agente/g biomassa), Temperatura (°C)				
1	10; 35 (-1; -1)	8,61 ± 0,74	37,63 ± 2,85	48,14 ± 4,55	12,22 ± 1,98
2	20; 35 (1; -1)	13,64 ± 0,77	50,89 ± 6,22	55,95 ± 2,14	12,88 ± 4,14
3	10; 70 (-1; 1)	9,17 ± 1,83	37,17 ± 2,95	49,16 ± 0,51	14,21 ± 1,92
4	20; 70 (1; 1)	17,01 ± 4,37	48,37 ± 6,34	49,86 ± 5,78	18,05 ± 2,65
5	15; 52,55 (0; 0)	14,11 ± 0,27	42,29 ± 1,98	46,00 ± 6,03	11,61 ± 2,56

*Médias e desvio padrão dos ensaios realizados em triplicata; Lignina total não detectada.

Observa-se na Tabela 4 que a caracterização posterior aos pré-tratamento mostrou que a deslignificação do capim foi de 100% para todos os ensaios. A concentração de celulose ocorreu em todos os ensaios. Os melhores resultados em relação ao maior teor de holocelulose, de acordo com o

teste de HSU ($\alpha = 0,05$), são: ensaio 2 (68,83%); ensaio 4 (67,91%); ensaio 1 (60,36%); ensaio 3 (58,95%) e; ensaio 5 (57,61%). Para o teor de holocelulose, a análise estatística indicou que não há variável de efeito significativo (p -valor $<0,05$). Ainda, para o nível (1; -1) não houve diferença significativa entre os planejamentos no teor de holocelulose pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

5 CONCLUSÃO

Os ensaios para a definição do agente químico revelaram que os agentes KOH e NaOH não tiveram diferenças significativas em relação aos teores de celulose e hemicelulose pelo teste de Tukey. Através dos planejamentos experimentais, revelou-se que o nível (1; -1) disponibilizou o maior teor de holocelulose para ambos planejamentos, não havendo diferença significativa no resultado de holocelulose entre os planejamentos nessa condição pelo teste de Tukey, tornando assim os agentes KOH e NaOH favoráveis no emprego do pré-tratamento para a biomassa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

CARDONA, Eliana, et al. Effects of the pretreatment method on enzymatic hydrolysis and ethanol fermentability of the cellulosic fraction from elephant grass. **Fuel**, v. 118, p.41-47, 2014.

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.

MIBIELLI, G. M.; DRESCH, A. P. **Caracterização, pré-tratamento e hidrólise enzimática da biomassa capim elefante**. Relatório final-Universidade Federal da Fronteira Sul. Chapecó. 2020.

Palavras-chave: Pré-tratamento, Bioetanol, *Pennisetum purpureum*.

Nº de Registro no sistema Prisma: PES-2020-0297

Financiamento UFFS Edital nº 270/GR/UFFS/2020