

Efeito do ácido fosfórico sobre o pré-tratamento a vapor do bagaço de cana-de-açúcar e sua susceptibilidade à hidrólise enzimática

Ana Paula Pitarelo (PG), Thiago Alexandre da Silva (PQ), Luiz Pereira Ramos^{1,*} (PQ),

*Autor para correspondência: lrados@quimica.ufpr.br

¹Centro de Pesquisa em Química Aplicada (CEPESQ)

Departamento de Química, Universidade Federal do Paraná, P.O. Box 19081, 81531-990, Curitiba, PR, Brasil.

Palavras Chave: bagaço de cana-de-açúcar, explosão a vapor, hidrólise enzimática, ácido fosfórico.

Introdução

A dificuldade de se converter materiais lignocelulósicos em insumos químicos é atribuída às características morfológicas existentes entre os três principais componentes da parede celular, sendo necessária a utilização de um método de pré-tratamento. O pré-tratamento ou explosão a vapor tem se revelado eficiente para aumentar a bioconversão desses materiais, sendo que a utilização de um catalisador ácido aumenta a recuperação total das frações pré-tratadas, assim como a susceptibilidade dos resíduos insolúveis à hidrólise enzimática. Neste trabalho, foram realizados experimentos para avaliar o efeito da catálise fosfórica sobre o pré-tratamento do bagaço de cana, em comparação com procedimentos de auto-hidrólise realizados nas mesmas condições.

Resultados e Discussão

Os experimentos foram realizados utilizando planejamento fatorial 2³ cujas variáveis, em dois níveis, foram: concentração do ácido fosfórico (0 e 38 mg de H₃PO₄ por g de bagaço em relação ao peso seco), temperatura (195 e 210°C) e tempo de residência do material no reator (4 e 8 min), com ponto central (PC) em quadruplicata à 203°C por 6 min e 19 mg de ácido/g de bagaço seco.

Após a submissão das amostras ao pré-tratamento, as mesmas foram separadas em fração solúvel em água, composta pelo hidrolisado das hemiceluloses, e fração insolúvel em água, formada por celulose, lignina e hemicelulose residual.

Os parâmetros utilizados para avaliar o efeito do ácido durante o pré-tratamento foram: percentuais de recuperação da celulose e das hemiceluloses e ao aumento da reatividade dos substratos à hidrólise enzimática. O PC do planejamento gerou rendimentos médios de 77,7 ± 1,4% para a recuperação dos componentes do bagaço, retratando a confiabilidade dos procedimentos empregados neste estudo.

Os experimentos realizados na presença de ácido fosfórico mostraram-se mais apropriados para a separação dos principais componentes do bagaço, quando comparados aos experimentos realizados na

ausência do catalisador (auto-hidrólise). A impregnação ácida resultou no aumento do percentual de recuperação dos carboidratos presentes no bagaço, em rendimentos praticamente quantitativos. Entretanto, a presença de ácido levou aos maiores índices de sacarificação ácida da celulose, em comparação aos experimentos de auto-hidrólise. Este comportamento foi atribuído à hidrólise de regiões mais acessíveis da celulose.

A eficiência do pré-tratamento também foi avaliada pela hidrólise enzimática dos substratos (45°C, 150 rpm), que foi realizada em uma suspensão de 2% do substrato seco à qual foi adicionada uma mistura de Celluclast 1.5L e Novozym 188® (Novozymes) com atividade celulásica de 15 UPF/g e celobiásica de 13,5 UCB/g.

Nos experimentos realizados com ácido fosfórico, o aumento da temperatura e do tempo de residência no reator não influenciaram a hidrólise enzimática tanto quando nos experimentos de auto-hidrólise. Os resultados obtidos para catálise fosfórica foram de quase 100% de hidrólise da celulose em 72 h de reação para todos os experimentos, sendo que, em 8 h de reação, 80% da celulose presente no substrato já tinham sido hidrolisadas à glucose e celobiose. Este fato não foi observado nos experimentos de auto-hidrólise, que proporcionaram rendimentos de hidrólise não superiores a 67% em 8 h de reação. Portanto, a catálise fosfórica produziu polpas celulósicas mais homogêneas, facilitando assim o ataque das enzimas.

A condição de menor drasticidade (195°C, 4 min, 38 mg de H₃PO₄/g de bagaço seco), produziu um substrato bastante acessível à hidrólise, com rendimento máximo 98% em 72 h de reação, contra 63% para o bagaço auto-hidrolisado na mesma condição.

Conclusões

O pré-tratamento associado à catálise fosfórica, além de recuperar os carboidratos presentes no bagaço de cana em rendimentos quantitativos, produz substratos com elevada reatividade à hidrólise enzimática.

Agradecimentos

À UFPR, ao CNPq e à Degussa do Brasil, pelo apoio financeiro ao projeto e pela bolsa concedida.

¹ Ramos L. P. et al. *Methods in Biotech. E. Biology*, **2004**, p.221-235.

² Ruiz, E. et al *E. Enzyme and Microbial Techn.* **2008**, 42, p.160-166.