

PRODUÇÃO DE ETANOL DE SEGUNDA GERAÇÃO A PARTIR DO BAGAÇO DE LARANJA

LIVIA A. DE CAMARGO¹, JHEYCE C. MORAES², CARLOS E. CRESTANI³

¹Graduanda em Tecnologia em Biocombustíveis, Bolsista PIBIFSP, IFSP, Campus Matão, azeredoifsp@gmail.com

² Pós graduanda em Açúcar e Álcool, IFSP, Campus Matão, jheycecrisina@hotmail.com

³Professor, Doutor, IFSP, Campus Matão, cecrestani@ifsp.edu.br

Apresentado no
8º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP
06 a 09 de novembro de 2017 - Cubatão-SP, Brasil

RESUMO: O etanol tem se consolidado mundialmente como principal combustível de fonte renovável. Com isso, o Brasil, como um dos maiores produtores, vem exportando cada vez mais este insumo e, por isso, tem surgido a demanda por melhoria nos rendimentos do processo, com um olhar ao aumento da quantidade produzida. Neste sentido, uma das alternativas que tem sido estudada é a produção do chamado etanol de segunda geração, produzido dos materiais lignocelulósicos residuais do bagaço da cana-de-açúcar ou de outro insumo. Matão é uma das cidades que mais produzem suco de laranja no Brasil e, como apenas 50% da fruta é utilizada para produção do suco, Matão é também uma das maiores detentoras de bagaço de laranja, o que pode se tornar um problema para as indústrias. Neste cenário, o presente trabalho visa realizar um estudo experimental para obter as melhores condições de processo para produção de etanol de bagaço de laranja utilizando hidrólise ácida e, a partir destes resultados, realizar uma análise econômica comparativa entre este processo e o que utiliza hidrólise enzimática. Este, segundo a literatura, obtém melhores rendimentos, mas é mais caro. Tal comparação econômica é inédita na literatura, que se prende apenas aos aspectos técnicos em si.

PALAVRAS-CHAVE: Avaliação econômica; bagaço de laranja; etanol de segunda geração; fermentação; hidrólise.

PRODUCTION OF SECOND GENERATION ETHANOL FROM ORANGE BAG

ABSTRACT: Ethanol has consolidated worldwide as the renewable source. With this, Brazil, as one of the largest producers, comes increasingly exporting this input and, therefore, there has been a demand for improvement in the yields of the process, with a view to increasing the quantity produced. In this sense, one of the alternatives that has been studied is the production of so-called second generation ethanol, produced from the lignocellulosic residue from sugarcane bagasse or other input. Matão is one of the cities that produce the most orange juice in Brazil and, as only 50% of the fruit is used for juice production, Matão is also one of the largest orange cake, which can become a problem for Industries. In this scenario, the present work aims to carry out an experimental study To obtain the best process conditions for the production of bagasse ethanol using acid hydrolysis and, from these results, perform a comparative economic analysis between this process and the one that uses hydrolysis Enzymatic activity. This, according to the literature, obtains better yields, but it is more expensive. Such an economic comparison is unprecedented in the literature, Technical aspects per se.

KEYWORDS: Economic evaluation; fermentation; hydrolysis; orange bagasse; second generation ethanol

INTRODUÇÃO

A demanda de etanol combustível vem aumentando consideravelmente nos últimos anos. Para atender essa demanda são necessárias novas alternativas, como a produção de etanol de material

lignocelulósico, chamada de etanol de segunda geração. Para converter o material lignocelulósico é necessária uma hidrólise desses compostos, principalmente da celulose, em moléculas de glicose, estas são passíveis de serem fermentadas (LIMA et al., 2001, ANTUNES et al., 2014)

A região de Matão, estado de São Paulo, possui grandes indústrias de suco de laranja, sendo responsável por grande parte da exportação brasileira deste insumo. A biomassa residual da laranja é rica em carboidratos solúveis (17%) e insolúveis, com uma proporção bastante pequena de lignina (0,84%), em comparação com outras fontes de biomassa (RIVAS et al., 2008). Estes carboidratos de cadeia longa podem ser hidrolisados, formando substâncias fermentescíveis (açúcares simples), sendo uma fonte bastante promissora para produção de etanol de segunda geração.

Neste contexto, a proposta do presente trabalho é realizar um estudo experimental da produção de etanol de segunda geração utilizando bagaço de laranja como fonte de matéria lignocelulósica, visando obter as melhores condições do processo utilizando hidrólise ácida para conversão dos carboidratos de cadeia longa em substâncias fermentescíveis. O estudo compreende a avaliação dos rendimentos da hidrólise ácida a partir da caracterização do bagaço e do hidrolisado, fermentação do mesmo e uma avaliação econômica comparativa entre este processo e o que utiliza hidrólise enzimática (AWAN et al., 2013).

MATERIAL E MÉTODOS

Reagente e equipamentos:

Na realização da hidrólise ácida, utilizou-se ácido sulfúrico *Vetec Química Fina*, com pureza de 95,0 – 97,0 % e água destilada.

Foram utilizados os seguintes equipamentos para desenvolvimento dos experimentos: balança *KNWAAGEN*, com capacidade máxima de medição de 2.200g e precisão de 0,01g, balança *BEL Engineering*, com capacidade máxima de 220g e precisão 0,001g, estufa *Quimis*, estufa com circulação e renovação de ar *Marconi*, banho térmico *Logen Scientific* preenchido com silicone como fluido de aquecimento, evaporador rotativo *Fisatom*, Soxhlet *Nova Instruments*, moinho *Marconi* e bomba de vácuo *Prismatec*.

Procedimentos:

Hidrólise ácida, coletou-se o bagaço de laranja de uma moenda para a extração de suco. Esse material úmido foi pesado e levado à estufa de exaustão por 24h à 60°C e pesado após esse período. Para o preparo da primeira hidrólise por via ácida, pesou-se 250g de solução aquosa contendo 0,25% ácido sulfúrico. A massa seca adicionada para a realização da hidrólise foi de 12% da massa de solução. Em um balão volumétrico de 500mL, adicionou-se a solução e a massa seca, o balão foi imerso em um banho de silicone com temperatura controlada a 120°C com rotação de 40rpm por 15 minutos. Após o tempo reacional da primeira hidrólise, adicionou-se 250g de solução para a realização da segunda hidrólise (solução aquosa contendo 0,5% em massa de ácido sulfúrico). O balão foi novamente imerso no banho de silicone a 120°C com rotação de 40rpm por 30 minutos.

O material hidrolisado foi filtrado a vácuo, seu °BRIX foi medido para determinação da quantidade de sólidos solúveis sendo, então, congelado em tubos de para análises posteriores do teor de açúcares redutores. O bagaço restante da hidrólise foi seco em estufa por 24h a 60°C e pesado.

Para a caracterização do bagaço, foram determinados sua umidade e teor de cinzas.

Determinação do teor de umidade, lavou-se a placa de Petri, e levou-se a estufa a 105°C por 30 minutos. Decorrido este tempo a vidraria foi deixada por 30 minutos em um dessecador, para a estabilidade térmica, para não haver alteração de sua massa. Pesou-se a placa e 1g de amostra. Levou-se à estufa por 30 minutos a 105°C. Após o término deste tempo a amostra foi levada ao dessecador por 30 minutos para a estabilidade térmica.

Determinação do teor de cinzas foi realizada segundo a norma NREL/TP 510-42618 para biomassa. Deste modo, pesou-se 0,2g de amostra em um cadinho limpo, seco e previamente pesado. Em seguida, levou-se o cadinho a um forno tipo Mufla para seguir a seguinte programação:

- i. Temperatura ambiente até 150°C a 10°C/min, mantido por 2 horas;
- ii. Temperatura de 150°C até 10°C/min, mantido por 3 horas;
- iii. Resfriamento até a temperatura ambiente.

Após 12 horas de resfriamento dentro da Mufla, o cadinho foi pesado novamente e o teor de cinzas foi determinado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados 1.770,01g de bagaço de laranja. Após ser seco em estufa, sua massa reduziu-se para 244,66g, perdendo assim uma massa equivalente de 1.525,35g de água (86,18% de água). A hidrólise foi realizada em duas etapas, no preparo da solução para a primeira etapa, pesou-se 1,25g de ácido sulfúrico e 248,94g de água. A massa de amostra seca foi de 30,132g. Na realização da segunda hidrólise utilizou-se 2,51g de ácido sulfúrico e 247,5g de água. Após a finalização da hidrólise o material particulado foi filtrado e seco, resultando em uma massa de 2,056g, houve um consumo de material particulado equivalente a 93,2%. A fração líquida foi envazada em tubos de ensaio e congeladas. Seu °BRIX apresentou valores de 3,4%, 3,5% e 3,7%, com um valor médio do 3,53°BRIX. Na realização da caracterização do bagaço, foram determinados o teor de umidade com um valor médio de 12,3% e com desvio padrão de 0,95 e o teor de cinzas apresentou um valor médio de 2,93% e desvio padrão de 0,17. Portanto, do total de material sólido da amostra adicionada (30,132g), que continha 12,3% de umidade, houve uma perda de massa seca de 24,37g que, dissolvida em 500,2g de solvente, resultaria em um °Brix teórico de 4,87, mais alto que o valor medido.

Outras análises estão em desenvolvimento para a caracterização do bagaço, a citar a determinação de lignina, holocelulose e α -celulose. Estão previstas, ainda, a caracterização do hidrolisado, análise do processo fermentativo e caracterização dos fermentados e, finalmente, a comparação através de uma avaliação econômica dos processos utilizando hidrólise ácida e enzimática, este último a partir de informações da literatura (AWAN et al., 2013).

CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos até o momento podemos concluir que a hidrólise ácida, houve um consumo de material particulado equivalente a 93,2%. Com os ensaios subsequentes de caracterização do bagaço bem como do hidrolisado, os rendimentos da hidrólise ácida poderão ser obtidos e comparados com resultados da literatura de hidrólise enzimática, sendo possível a análise econômica comparativa dos processos. O hidrolisado será, ainda, fermentado para avaliação experimental do processo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de São Paulo – Câmpus Matão pela estrutura laboratorial e financiamento do projeto de pesquisa.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, D.P.C.; VIANA, V.L.; SANTOS, M.C.S.; SOARES, E.L.S.; BARBOSA, K.L.; MOURA, K.L.; VIEIRA, R.C. ALMEIDA, R.M.R.G. Produção de bioetanol de segunda geração a partir do hidrolisado do albedo da laranja como fonte de biomassa lignocelulósica. In. Congresso Brasileiro de Engenharia Química (COBEQ), Florianópolis, 2014. Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química, XX COBEQ, Florianópolis, 2014.

AWAN, A. T.; TSUKAMOTO, J.; TASIC, L. Orange waste as a biomass for 2G-ethanol production using low cost enzymes and co-culture fermentation. RSC Advances, v. 3, p. 25071-25078, 2013.

LIMA, U. A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W. Biotecnologia Industrial - Vol. 3 – Processos Fermentativos e Enzimáticos. São Paulo: Edgar Blucher, 2001, 616p.

RIVAS, B.; TORRADO, A.; TORRE, P.; CONVERTI, A.; DOMINGUEZ, J. Submerged citric acid fermentation on orange peel autohydrolysate. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 56, n. 7, p. 2380-2387, 2008.