



PRODUÇÃO DE ETANOL DE SEGUNDA GERAÇÃO A PARTIR DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS EM SISTEMAS COM ALTAS CONCENTRAÇÕES SALINAS NA PRESENÇA DE ÁCIDO ACÉTICO

FÁBIO SPITZA STEFANSKI^{1,2*}, CHARLINE BONATTO^{2,3}, SÉRGIO LUIZ ALVES JÚNIOR⁴, DÉBORA DE OLIVEIRA⁵, HELEN TREICHEL^{2,6}

1 Introdução

A água é uma parte essencial da produção de energia desempenhando um papel muito importante nas etapas de transformação da matéria-prima para extração de açúcares e processamento do combustível. A expansão de um setor de energia associado com diferentes combinações de tecnologias empregadas para a produção de biocombustíveis determina uma carga adicional sobre os recursos hídricos regionais (SPANG et al., 2014). A substituição de água doce por água do mar já demonstrou-se possível para reduzir a pegada hídrica de água doce na produção de bioetanol (INDIRA et al., 2018).

Biocombustíveis produzidos a partir de biomassa lignocelulósica também são uma alternativa promissora, pois reduzem a competição com culturas alimentares e tem à disposição um amplo espectro de resíduos agroindustriais que podem servir como matéria-prima valiosa de reserva energética (NEVES, PITARELO, RAMOS, 2016). Etapas de pré-tratamento para transformação da matéria prima em açúcares fermentescíveis são necessários e importantes para quebrar a estrutura recalcitrante e facilitar o acesso de enzimas e microrganismos às frações de carboidratos (ANTUNES et al., 2017). No entanto, subprodutos indesejáveis podem ser formados na etapa de pré-tratamento, o que pode interferir o processo fermentativo.

1Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Erechim/RS, **Bolsista CNPq**, *contato: fabio_stefanski@hotmail.com.

2 Grupo de Pesquisa em Agroenergia e Linha de Pesquisa em Bioprocessos e Aplicação em Bioenergias da Universidade Federal da Fronteira Sul.

3Mestranda em Engenharia Química – Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC.

⁴ Doutor, Grupo de Pesquisa de Processos Enzimáticos e Microbiológicos, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Chapecó/SC.

⁵ Doutora, Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC.

⁶ Doutora, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Erechim/RS, **Orientadora**.



Nesse sentido, investigar o desempenho de microrganismos em atuar sob altas concentrações salinas e na presença de compostos inibitórios originários do pré-tratamento de resíduos agroindustriais torna-se necessário. Desta forma o uso de microrganismos selvagens representa uma justificativa interessante para superar esses desafios, visando aumentar o rendimento na produção de etanol.

2 Objetivos

Avaliar a produção de etanol de segunda geração a partir de hidrolisado de cana-de-açúcar e de resíduo de laranja industrial, utilizando água do mar como substituta da água doce nas etapas de pré-tratamento, hidrólise e fermentação.

3 Metodologia

O hidrolisado de bagaço de cana-de-açúcar foi fornecido pelo Centro de Tecnologia Canavieira de São Paulo – CTC. Conforme informações da empresa, o caldo foi obtido após o pré-tratamento do bagaço por explosão a vapor seguido de hidrólise enzimática pela enzima Cellic CTec3 (Novozymes).

Já o resíduo de laranja foi obtido de indústrias de processamento de laranja que comercializam sucos e derivados. O material foi seco a 60 °C por um período de 24 horas sendo posteriormente triturado e peneirado para obtenção de partículas uniformes. Utilizou-se para isso um moinho de facas e peneiras com abertura de 10 mesh. Em seguida, preparou-se o caldo fermentativo com uma relação 10% (m/v) por meio de lavagem e filtração.

As cepas de leveduras selvagens utilizadas no estudo foram: uma cepa de *Wickerhamomyces* sp. UFFS-CE-3.1.2 isolada de amostras de madeira podre coletadas no Parque da Floresta Nacional de Chapecó (SC) e uma cepa denominada L55 isolada de plantas do compartimento marinho. Para fins de comparação também investigou-se a fermentação com a levedura padrão *Saccharomyces cerevisiae* CAT-1. As leveduras foram mantidas em tubos de ensaio contendo meio YPD - 1% de extrato de levedura, 2% de peptona, 2% de glicose, 2% de ágar (BAZOTI et al., 2017).

As fermentações foram conduzidas em agitador orbital *New Brunswick Scientific* a uma temperatura de 30 °C, 50 rpm e processo de anaerobiose com aproximadamente 10^6 cel/mL. O hidrolisado de bagaço-de-cana foi diluído 1:4 (v/v) com água do mar, conforme estudo de BAZOTI et al. (2017). As amostras foram retiradas em 0, 24, 48,72 e 96 horas de fermentação

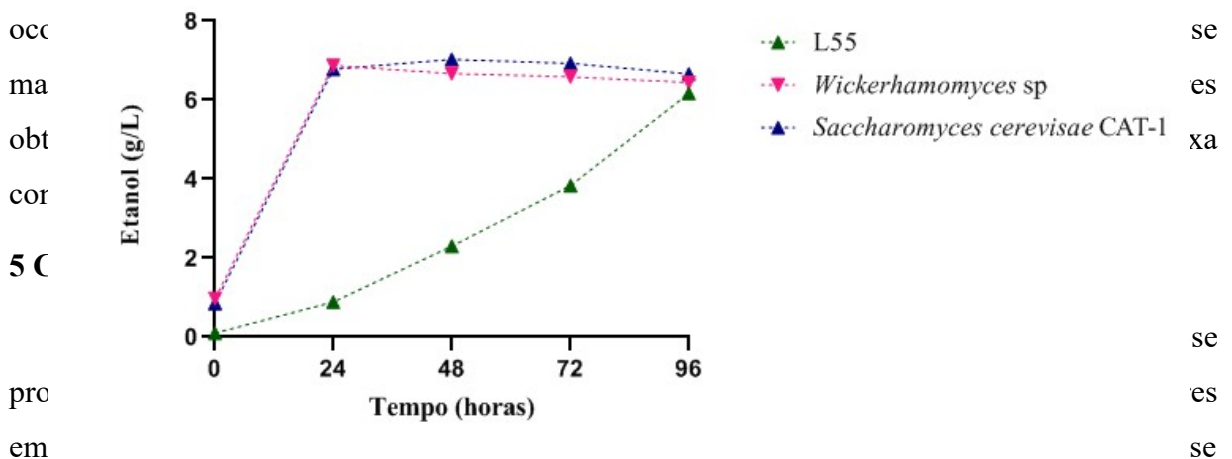
e analisados posteriormente em Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC) para verificação dos compostos presentes (BAZOTI, et al., 2017).

4 Resultados e Discussão

Os resultados das fermentações envolvendo o hidrolisado de bagaço de cana-de-açúcar na presença de água do mar estão apresentados na Figura 1. A concentração de ácido acético no tempo inicial para as 3 leveduras estavam próximas a $1,94 \pm 0,05$ g/L. Nessas condições, verificou-se um comportamento muito semelhante entre as leveduras *Wickerhamomyces* sp. e a *Saccharomyces cerevisiae* CAT- 1 com uma produção de etanol de $6,88 \pm 0,20$ e $6,78 \pm 0,11$ g/L respectivamente durante as primeiras 24 horas de fermentação. Nesse mesmo período, praticamente toda glicose disponível (99%) foi consumida por ambas leveduras. Já para os demais açúcares como xilose, arabinose e celobiose a redução também ocorreu, porém em uma taxa mais lenta. No caso da cepa L55, 95,8% da glicose foi consumida após 96 horas de fermentação com uma produção de 6,17g/L durante esse período. Esses resultados mostram-se promissores, uma vez que a fermentação conduzida com água do mar esteve submetida à um estresse salino adicional que poderiam afetar o desempenho das leveduras.

Figura 1. Resultados da fermentação com a utilização de água do mar com hidrolisado de bagaço de cana-de-açúcar na presença de ácido acético.

A partir dos resultados promissores obtidos com a *Wickerhamomyces* sp. no hid



prec em necessário para diminuir a pegada hídrica e aumentar os rendimentos na produção do biocombustível.

Referências



ANTUNES, F. A. F.; CHANDEL, A. K.; BRUMANO, L. P.; TÉRAN HILARES, R.; PERES, G. F-D.; AYABE, L. E-S. SORATO, V. S.; SANTOS, J. R.; SANTOS, J. C.; DA SILVA, S. S. A novel process intensification strategy for second-generation ethanol production from sugarcane bagasse in fluidized bed reactor. **Renewable Energy**, p. 6–13, 2017.

BAZOTI, S. F.; GOLUNSKI, S.; SIQUEIRA, D. P.; SCAPINI, T.; BARRILLI, E. T.; MAYER, D. A.; BARROS, K. O.; ROSA, C. A.; STAMBUK, B. U.; ALVES JUNIOR, S. L.; VALÉRIO, A.; OLIVEIRA, D.; TREICHEL, H. Second-generation ethanol from non-detoxified sugarcane hydrolysate by a rotting wood isolated yeast strain. **Bioresource Technology**, v. 244, p.582-587, 2017.

INDIRA, T.; DAS, B.; BHAWASAR, H.; MOUMITA, S.; JOHNSON, E. M.; BALASUBRAMANIAN, P.; JAYABALAN, R. Investigation on the production of bioethanol from black tea waste biomass in the seawater-based system. **Bioresource Technology Reports**, v. 4, p. 209–213, 2018.

NEVES, P. V.; PITARELO, A. P.; RAMOS, L. P. Production of cellulosic ethanol from sugarcane bagasse by steam explosion: Effect of extractives content, acid catalysis and different fermentation technologies. **Bioresource Technology**, v. 208, p. 184–194, 2016.

SPANG, E. S.; MOOMAW, W. R.; GALLAGHER, K. S.; KIRSHEN, P. H.; MARKS, D. H. The water consumption of energy production: an international comparison. **Environmental Research Letters**, v. 9, 2014.

Palavras-chave: Água do mar; microrganismos selvagens; resíduos agroindustriais; bioetanol.

Financiamento

CNPq.