



## UTILIZAÇÃO DE MISTURA DE RESÍDUOS DE FRUTAS PROVENIENTES DO CONSUMO DOMÉSTICO COMO SUBSTRATO PARA A PRODUÇÃO DE BIOETANOL

JESSICA ZANIVAN<sup>1,2\*</sup>, THAMARYS SCAPINI<sup>3</sup>, CHARLINE BONATTO<sup>4</sup>, CAROLINE DALASTRA<sup>5</sup>, HELEN, TREICHEL<sup>6</sup>

### 1 Introdução

O esgotamento dos combustíveis de origem fóssil e os problemas de caráter ambiental associados ao seu uso tem voltado o interesse mundial para os biocombustíveis (YEW et al., 2019; WANG et al., 2020). Assim, a demanda de biocombustíveis líquidos como o bioetanol vem aumentando continuamente nos últimos anos, sendo um candidato promissor para o enfrentamento da crise energética e melhoramento da qualidade do meio ambiente em função das suas características de renovabilidade e sustentabilidade (CONDON, KLEMICK, WOLVERTON, 2015). No entanto, a utilização de culturas açucaradas e amiláceas, sobretudo cana-de-açúcar e milho, empregados na produção de bioetanol de primeira geração (1G) tem sido questionada devido à competição do uso de terras agricultáveis com a produção de alimentos (HO et al., 2014; NAQVI, YAN, 2015).

Embora seja elevado o número de pesquisas que busquem soluções energéticas mais sustentáveis através do emprego de resíduos lignocelulósicos e biomassa algal, pouca ênfase tem sido dada à utilização dos açúcares prontamente disponíveis presentes em alguns tipos de resíduos para a produção de bioetanol. Os resíduos de frutas são uma biomassa de baixo custo, gerada em grandes quantidades e que possui açúcares que podem ser convertidos em bioetanol através de processos simplificados (SARKAR et al., 2019). Neste sentido, é verificada a necessidade de uma abordagem alternativa para a produção de bioetanol a partir de resíduos, sem que haja a necessidade de aplicação de etapas severas de pré-tratamento e hidrólise.

---

1 Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, UFFS, *campus* Erechim/RS, jessica.zanivan@hotmail.com

2 Laboratório de Microbiologia e Bioprocessos (LAMIBI)

3 Pós Graduanda em Ciência e Tecnologia Ambiental, UFFS, *campus* Erechim/RS

4 Pós Graduanda em Engenharia Química, UFSC, *campus* Florianópolis/SC

5 Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, UFFS, *campus* Erechim/RS

6 Professora Helen Treichel, UFFS, *campus* Erechim/RS, Orientadora



## 2 Objetivos

- Desenvolver e aplicar, por meio de planejamento experimental, um método para a extração dos açúcares fermentescíveis de resíduos de frutas;
- Avaliar o consumo dos açúcares fermentescíveis e a produção de bioetanol do caldo extraído utilizando uma nova cepa de *Wickerhamomyces*.

## 3 Materiais e métodos

### 3.1 Resíduos de frutas e extração de açúcares fermentescíveis

Uma mistura de resíduos de frutas composta por: 32,9% (m/v) abacaxi, 24,7% maçã, 16,8% banana, 13,6% manga, 12,0% melão, estabelecida de acordo com a porcentagem de geração dos resíduos provenientes do consumo doméstico das frutas *in natura*, foi utilizada como substrato para a produção de bioetanol após extração dos açúcares livres. Os resíduos foram secos em estufa de circulação de ar (65° C, 45 h) e triturados em moinho de facas (abertura da malha 2 mm). Os açúcares livres foram extraídos através da técnica de extração sólido-líquido com agitação mecânica e as melhores condições do processo foram determinadas a partir de um planejamento experimental do tipo delineamento composto central rotacional (DCCR) 2<sup>2</sup> em que foi avaliada a influência da relação sólido-líquido (0,69 – 23,31 % g massa seca/v) e da temperatura (14,6 °C - 85,4 °C).

### 3.2 Fermentação alcoólica

Para o processo fermentativo, foram adicionados 90 mL do caldo obtido no processo de extração dos açúcares livres e 10 mL de inóculo contendo as células da levedura *Wickerhamomyces* sp. UFFS-CE-3.1.2 em Erlenmeyers que foram posteriormente vedados e mantidos em agitador orbital a 30°C e 80 RPM. Alíquotas dos ensaios foram retiradas em 0, 3, 6, 9, 12 e 24 de fermentação para análise do consumo de açúcares e produção de etanol por meio de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC).

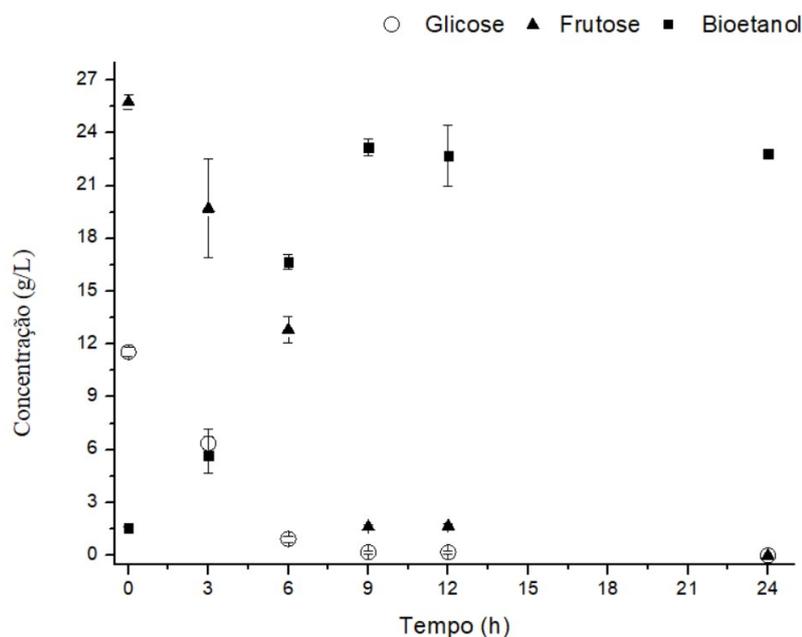
## 4. Resultados e discussão

Dentre as variáveis avaliadas através do planejamento experimental, apenas a relação sólido/líquido é significativa para a extração dos açúcares livres com 95% de confiança ( $R^2 = 94,77$ ), ou seja, quanto maior a relação sólido/líquido empregada, maior é a concentração de açúcares livres obtida. Foi observado que altas relações sólido/líquido retornam menores volumes de caldo filtrado devido a capacidade de absorção da água por materiais carbonáceos (LIU et al. 2017). Deste modo, pôde-se inferir que uma relação sólido/líquido de 12% seria a mais adequada para a extração dos açúcares

livres. Como a temperatura não foi significativa no processo de extração manteve-se uma temperatura próxima a temperatura ambiente (25 °C) para realizar o processo de extração de açúcares da mistura de frutas. Assim, a concentração de açúcares (glicose e frutose) extraída nas melhores condições definidas foi de  $33,01 \pm 0,35$  g/L.

A Figura 1 mostra os perfis de consumo de açúcares fermentescíveis (glicose e frutose) e produção de bioetanol em 24 horas de fermentação. Uma produção máxima de bioetanol ( $23,18 \pm 0,47$  g/L) foi alcançada em 9 horas de processo fermentativo a partir de  $11,55 \pm 0,25$  g/L de glicose e  $25,75 \pm 0,43$  g/L de frutose. Uma concentração de bioetanol similar (20 g/L ) em 10 horas de processo fermentativo foi obtida por Choi et al. (2015) ao utilizar uma mistura de resíduos de oito frutas para realizar uma fermentação com a levedura *Saccharomyces cerevisiae* imobilizada.

**Figura 1.** Consumo de açúcares e produção de bioetanol



Outro aspecto importante a se destacar é que a maior produtividade foi alcançada em apenas 6 horas de processo fermentativo ( $2,50 \text{ g L}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) evidenciando que a levedura é capaz de se adaptar ao meio fornecido nas primeiras horas do processo, momento em que ocorre a reorganização das células para sobrevivência no novo meio (SHULER, MICHAEL L., 2002).

## 5 Conclusão

É evidente a importância na busca por soluções energéticas que busquem alternativas para a mitigação dos problemas ambientais associados ao seu emprego. A utilização de resíduos de frutas na produção de etanol é uma alternativa tecnológica de produção energética de baixo custo por



empregar uma biomassa considerada sem valor comercial através de processos simples devido a disponibilidade de açúcares prontamente disponíveis na biomassa utilizada.

## Referências

CHOI, I. S. et al. A low-energy, cost-effective approach to fruit and citrus peel waste processing for bioethanol production. **Applied Energy**, v. 140, p.65–74, 2015.

CONDON, N., KLEMICK, H., WOLVERTON, A. Impacts of ethanol policy on corn prices: A review and meta-analysis of recent evidence. **Food Policy**. v. 51, p. 63-73, 2015.

HO, D. P., NGO, H. H., GUO, W. A mini review on renewable sources for biofuel. **Bioresource Technology**, v. 169, p. 742-749, 2014.

LIU et al. Water adsorption on carbon - A review. Advances in Colloid and Interface Science, v. 250, p. 64-78, 2017.

NAQVI, M., YAN, J. First generation biofuels. **Renewable Energy**, 2015.

SARKAR et al. Production of ethanol by *Enterobacter* sp. EtK3 during fruit waste biotransformation. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 145, 2019.

SHULER, MICHAEL L., F. K. How Cells Grow. *In: Bioprocess Engineering: Basic Concepts*. 2. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall PTR, 2002. p. 155–207.

WANG, S. et al. Cellulase-added cassava ethanol process boosts ethanol titer and reduces glycerol production. **Industrial Crops and Products**, v. 148, 2020

YEW, G.Y. et al. Recent advances in algae biodiesel production: From upstream cultivation to downstream processing. **Bioresource Technology Reports**, v. 7, 2019.

**Palavras-chave:** biocombustível; etanol; extração de açúcares; resíduo; sustentabilidade.

## Financiamento

Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS)