

Avaliação preliminar do reaproveitamento da biomassa de fruta para produção de bioetanol

Preliminary evaluation of the reuse of fruit biomass for bioethanol production

Daniele Bonfim Cruz[†], Henrique Trancoso[‡], José Gonçalves Antunes[‡], Leilson de Oliveira Ribeiro[§], Marisa Fernandes Mendes^{||}, Cristiane de Souza Siqueira Pereira^o

Resumo

Como citar esse artigo. Cruz, DB; Trancoso, H; Antunes, JG; Ribeiro, LO; Mendes, MF; Pereira CSS. Avaliação preliminar do reaproveitamento da biomassa de fruta para produção de bioetanol. Revista Teccen. 2017 Jun./Dez.; 10 (1): 35-38.

A busca por fontes alternativas de energia menos poluentes e mais sustentáveis, como o uso dos resíduos agrícolas para a produção de combustíveis vem sendo foco de diferentes pesquisas com resultados promissores. O Brasil destaca-se como um dos maiores produtores de frutas tropicais do mundo, gerando grandes quantidades de resíduos agroindustriais que, em sua maioria, são descartados como lixo, sem reaproveitamento. No presente estudo foi avaliada a utilização do resíduo gerado pelo consumo de frutas para a produção do bioetanol. A biomassa de frutas foi submetida à fermentação alcoólica, seguida de destilação fracionada para a separação do álcool. A partir da metodologia empregada, verificou-se que o percentual de álcool obtido foi satisfatório, variando de 23 a 34%, quando comparado com os dados obtidos na literatura.

Palavras-Chave: Resíduos agroindustriais; Fermentação; Destilação

Abstract

The search for cleaner and more sustainable alternative energy sources, such as the use of agricultural waste to produce fuel, has been the focus of different research studies with promising results. Brazil stands out as one of the largest tropical fruit producers in the world, generating substantial amounts of agro-industrial waste, which is, in most cases, disposed of as waste, without recycling. In the present study, the use of the waste generated by fruit consumption in the production of bioethanol was evaluated. The fruit biomass was subjected to alcoholic fermentation, followed by fractional distillation for alcohol separation. Results using this methodology indicate that the alcohol percentage obtained from the samples was satisfactory, ranging from 23 to 34% when compared to data obtained from the literature.

Keywords: Agro-industrial waste; Fermentation; Distillation

Introdução

O crescente aumento dos resíduos orgânicos gerados pela sociedade provoca agressões ao meio ambiente e, por esse motivo, diferentes pesquisas estão voltadas para a descoberta de novas rotas tecnológicas para o destino sustentável dos mesmos. De acordo com Haagensen et al. (2009), o interesse no uso da biomassa ocorre por esta ser uma das mais abundantes fontes de energia. Podem ser obtidas por resíduos orgânicos, águas residuais, culturas energéticas, resíduos agrícolas

e industriais.

O bioetanol é classificado em duas gerações, primeira geração e segunda geração. É denominado bioetanol de primeira geração, fontes de produção com glicose livre, como no caso da cana-de-açúcar. Quando são necessárias etapas de sacarificação, caso a glicose se encontre em forma de amido ou celulose, então denomina-se bioetanol de segunda geração (Goldemberg, 2009).

Uma das inúmeras vantagens da utilização de resíduos para produção de bioetanol, é que a indústria alimentícia, principal geradora desses insumos,

Afiliação dos autores: [†] Discente - Curso de Engenharia Química/USS

[‡] Centro de Tecnologia SENAI Alimentos e Bebidas

[§] Pós-graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Escola de Química/UFRJ

^{||} Docente - DEQ/IT/UFRJ

^o Docente - CECETEN/USS

* danielebonfimcruz31@hotmail.com

disponibiliza os mesmos, não havendo necessidade de compra ou colheita para sua obtenção (Ortiz, 2010). Com isso, espera-se gerar uma via alternativa para a produção de bioetanol, utilizando resíduos orgânicos de frutas, antes descartados no meio ambiente.

Os resíduos agroindustriais são gerados em grandes quantidades, e devido as suas características como disponibilidade e baixo custo, tornam-se matérias primas atrativas para a obtenção de diferentes compostos de alto valor agregado. O Brasil destaca-se como um dos maiores produtores de frutas tropicais do mundo, gerando grandes quantidades de resíduos agroindustriais que podem ser utilizados como biomassa para conversão em bioetanol.

Segundo Claassen et al. (1999), a biomassa pode ser biologicamente convertida em combustíveis líquidos ou gasosos, tais como etanol, metanol, metano e hidrogênio, por meio de processos fermentativos. Os custos de produção de biomassa no Brasil são os menores do mundo, portanto, a possibilidade de resultados viáveis é alta.

Material e métodos

A matéria-prima utilizada neste estudo foi o resíduo composto por banana, maçã, tangerina, laranja e abacate (Figura 1) cedido por um estabelecimento de processamento de frutas da cidade de Volta Redonda/ RJ. O estabelecimento em questão descarta cerca de 100 kg de resíduos sólidos por semana, sem reaproveitamento.

Para a obtenção do mosto, utilizou-se a biomassa triturada e diluída em água destilada na proporção de 1:3 (v/v). A esta solução foram adicionados 100 g da cepa *Saccharomyces cerevisiae*, por meio da utilização de fermento biológico comercial, previamente diluído em 100 mL de água destilada. O processo de fermentação, realizado em triplicata, ocorreu à temperatura ambiente, por um período de sete dias.

Após fermentação, o fermentado alcoólico foi filtrado e o etanol foi separado por destilação (Figura 2). O processo ocorreu por um período de 4 horas e para cada amostra obteve-se um determinado volume

Figura 1. Resíduo do processamento de frutas e etapa do processo de fermentação.



Fonte: Autoria própria.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a utilização de resíduos de frutas para a produção de bioetanol.

de destilado.

O processo fermentativo, bem como a destilação, foram realizados no Laboratório de Físico-Química

Figura 2. Fermentado alcoólico e processo de destilação.



Fonte: Autoria própria.

da Universidade Severino Sombra (USS). O teor alcoólico das amostras diluídas na proporção de 1:5, foi determinado no equipamento *Beer Analyzer*, cedido pelo SENAI (Vassouras/RJ).

Resultados e discussões

A Tabela 1 apresenta as concentrações alcoólicas observadas após a fermentação e destilação do mosto.

Por meio dos resultados, verificou-se a possibilidade da produção de álcool a partir do resíduo das frutas estudadas, visto que estas apresentaram, apenas com a fermentação direta, teores alcoólicos relevantes quando comparado a dados da literatura. A amostra que apresentou melhor concentração de álcool (34,2%) foi a amostra 2, cuja biomassa utilizada consistia apenas de resíduos de tangerina, Ponkan com pH inicial de 3,8.

Na literatura é possível ver uma variação do

Tabela 1. Teor alcoólico e pH final das amostras submetidas a fermentação e destilação.

Amostras	Massa (g)	Ph inicial	Volume de fermentado (mL)	Teor de álcool (%)	Ph final
1	490	4,2	400	23,7	6,3
2	280	3,8	550	34,2	5,2
3	400	4,0	700	26,0	6,0

Banana, maçã e tangerina¹; tangerina²; banana, maçã, laranja, abacate³

teor alcoólico produzido segundo a descrição de certos autores. No trabalho apresentado por Martello et al. (2010), foi realizado o estudo da produção de bioetanol a partir de maçãs impróprias para o consumo. A biomassa da maçã foi triturada, formando um mosto que ficou por 25 minutos em banho-maria a 65°C, para eliminar a carga microbiana contaminante e conservado a 4°C. A fermentação ocorreu utilizando a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, com massas variadas entre 0,4 - 0,8 g, que foram adicionadas em 200 mL do mosto. As amostras foram incubadas à temperatura constante de 30°C por um período de 4 a 7 dias e pH ajustado entre 4,0 – 5,0 com bicarbonato de sódio. A inibição das leveduras foi feita utilizando-se metabissulfito de sódio e a concentração de álcool obtida foi de 3,5 e 12%, o que de acordo com o autor, estava dentro do observado na literatura.

Azevedo (2007) utilizou o caqui considerado inadequado a venda, para produção de etanol, produzindo um mosto que foi filtrado em tecido de algodão. Após filtrado, foi diluído até que seu °Brix estivesse entre 3 e 5° e seu pH estivesse em 5, sendo esterilizado a 121°C por 15 minutos. A levedura utilizada foi *S. cerevisiae* que foi adicionada em 10 mL de mosto e inoculado por 24 horas a 28°C. Em seguida os tubos foram utilizados para inocular 100 mL de mosto esterilizado com °Brix entre 6 e 8, sendo incubado a 28°C por 24 horas. A concentração de etanol obtida após 48 horas de fermentação foi de 5%.

No estudo realizado por Pereira et al. (2014) o bioetanol foi obtido a partir do coproduto gerado no descaroçamento de azeitona. Neste estudo foi realizado

um pré-tratamento através do processo de hidrólise com ácido clorídrico 1% e um pré-tratamento realizado com ácido sulfúrico 14%. O líquido hidrolisado foi fermentado utilizando a levedura *S. cerevisiae* por um período de 4 dias, à temperatura ambiente. Os resultados obtidos indicaram um rendimento de 4,6% de etanol, a partir da hidrólise com ácido sulfúrico.

Mishra et al. (2012) obtiveram etanol a partir de resíduos de abacaxi, laranja e limão doce, que foram coletados em um mercado local. Foram variados o tempo, a temperatura e o pH ideal, sendo utilizados duas espécies de microrganismos (*S. cerevisiae* e *Candida albicans*). Primeiramente o resíduo foi moído, seguido de análise da concentração de açúcar, autoclavado por 20 minutos a 121°C para esterilização, e inoculados com as leveduras. O pH variou entre 3,5 – 8,5, na temperatura de 78°C, pelo tempo variado entre 24h, 72h e 8 dias. O extrato foi filtrado e depois destilado para produção do etanol. O melhor rendimento de etanol foi para as amostras com pH entre 3,5 – 8,5 a temperatura de 78°C.

Bortolini, Sant'anna e Torres (2001) obtiveram etanol por meio de fermentação alcoólica e acética de kiwis que foram adquiridos em feiras comerciais. Os mostos foram preparados em seis tratamentos: suco de kiwi natural (T1); suco de kiwi e nutri

entes (T2); suco de kiwi e sacarose até 18°Brix (T3); suco de kiwi a 18°Brix, e nutrientes (T4); suco de kiwi e sacarose até 22°Brix (T5) e suco de kiwi a 22°Brix, e nutrientes (T6). A fermentação alcoólica ocorreu a 28°C, com inóculo de 106 UFC/mL de *S. cerevisiae*. Os rendimentos da fermentação alcoólica

variaram entre 38,65 e 47,23 %, com eficiências de 75,62 a 92,41% e produtividades volumétricas entre 0,74 e 2,0 g/L.h.

Itelima et al. (2013) obtiveram etanol a partir de resíduos de banana, banana da terra e abacaxi que foram cedidas pelo mercado local. Para a obtenção do mosto, os resíduos foram submetidos à sacarificação e fermentação simultâneas por 7 dias em cultura combinada de *Aspergillus niger* e *S. cerevisiae*. Os resultados do estudo mostraram que, após 7 dias de fermentação, as concentrações de açúcares redutores variaram entre 0,27 - 0,94 mg/cm³ de etanol. Os rendimentos obtidos foram de 8,34% (v/v), 7,45% (v/v) e 3,98 % (v/v) de abacaxi, banana e cascas de banana, respectivamente.

Castro-Gómez, Tamburini e Cal-Vidal (1988) produziram etanol a partir da cascas de frutos de banananica, abacaxi e tangerina, obtidas no comércio local. Para a preparação do mosto, primeiramente, extraíram-se os açúcares solúveis por meio de um tratamento com água quente, banho de água/ácido clorídrico (35% e 41%) e ácido clorídrico (6,7%). Após a extração, fez-se uma filtração para a remoção do resíduo insolúvel, o qual foi submetido à lavagem com água destilada. Para fermentação foi adicionado 5,0 g/L de sulfato de amônio ao mosto e o pH foi ajustado para 4,5 – 5,0 e posteriormente esterilizado em autoclave. Após o resfriamento, este foi inoculado por 72 horas a 30°C junto a levedura *S. cerevisiae*. O rendimento alcoólico foi de 72% para banana, 98,2% para abacaxi e 98% para tangerina.

Assim, de acordo com a literatura, observa-se que os melhores resultados foram obtidos em estudos onde um pré-tratamento foi empregado. Comparando as concentrações de álcool obtidas neste estudo com a literatura, é possível observar que os valores expressos na Tabela 2, estão dentro do aceitável, visto que para o método empregado, sem a utilização de um pré-tratamento, os percentuais alcoólicos foram bem promissores.

Considerações finais

Uma avaliação preliminar foi feita visando o aproveitamento de resíduos agroindustriais de frutas para produção de bioetanol. Os resultados apresentaram um percentual de álcool promissor e de acordo com os trabalhos encontrados na literatura. Novos ensaios serão realizados visando maximizar a concentração de etanol no processo.

Agradecimentos

À Universidade Severino Sombra, ao estabelecimento de vendas de frutas e ao Centro de Tecnologia SENAI Alimentos e Bebidas.

Referências

- Azevedo, W. M. A. (2007). Estudo da viabilidade de obtenção de etanol pro *saccharomyces cerevisiae* em mosto de frutas de caqui. *Revista Ciências Exatas e Naturais*, v.9, n.2, p. 267-278.
- Bortolini ; Sant'anna; Torres (2001). Comportamento das fermentações alcoólica e acética de sucos de kiwi; Composição dos mostos e métodos de fermentação acética. *Ciências da Tecnologia Alimentícia – Campinas*, v. 21, p. 236-243.
- Castro Gómez, H. J. R., Tamburini, E. R., & Cal Vidal, J. (1988). *Pesquisa Agropecuária Brasileira – Brasília*, v.23, p.1151-1159.
- Claassen PAM, van Lier JB, Contreras AML, van Niel EWJ, Sijtsma L, Stams AJM, Vries SS, Weusthuis RA, (1999). Utilisation of biomass for the supply of energy carriers. *Applied Microbiology and Biotechnology*; 52(6), 741–55.
- Goldemberg, J. (2009). *Biomassa e Energia. Química Nova, Brasil*, v. 32, n. 3, p.582-587.
- HaagensenHaagensen, F., Skiadas, I. V., Gavala, H. N., & Ahring, B.K. (2009). Pre-treatment and ethanol fermentation potential of olive pulp at different dry matter concentrations. *Biomass and Bioenergy*; 33, 643-51.
- Itelima, J., Onwuliri, F., Onwuliri, E., Onyimba, I., & Oforji, S. (2013). Bio-Ethanol Production from Banana, Plantain and Pineapple Peels by Simultaneous Saccharification and Fermentation Process. *International Journal of Environmental Science and Development*, 4(2), 213-216.
- Martello, G., Marafon, C., Mazzone, V., Rech, A., Rodrigues, C., Dallas, C. R. R., & Barbieri, G. (2010). Aproveitamento de maçãs imprópria para consumo humano para produção de bioetanol. *Revista TECNO-LÓGICA, Santa Cruz do Sul*, v.14, n.1, p. 39-42.
- Mishra, J., Kumar, D., Samanta, S., & Vishwakarma, M. K. (2012). Um estudo comparativo da produção de etanol a partir de vários resíduos agro utilizando *Saccharomyces cerevisiae* e a *Candida albicans*. *Jornal de levedura e de fungos Research*, 3 (2), 12-17.
- Ortiz, S. (2010). *Produção de bioetanol a partir de resíduos agroindustriais. Universidade Regional de Blumenau – URB*.
- Pereira, V. M., Ribeiro, L. O., Trancoso, H., Antunes, J. G., Mendes, M. F., & Pereira, C. S. S. (2014). Utilização da hidrólise para avaliação do potencial da polpa de azeitona residual como matéria prima para produção de bioetanol. In 7º Simpósio Nacional de Biocombustíveis, Cuiabá/MT.