

Produção de Bioetanol a partir de resíduos alimentares rumo à economia circular

PIRES, Inês¹; OLIVEIRA, Madalena¹; FERNANDES, Margarida¹; REBOLO, Rita¹; SANTOS, Tiago¹; NEVES, Ana¹ & DIAS, Nilmara²

¹12^oC (2021/2022), Escola Básica e Secundária Alfredo da Silva, Praça de Bento Jesus Caraça, 2830-322 Barreiro, Portugal

²Escola Superior de Tecnologia do Barreiro, Instituto Politécnico de Setúbal, Rua Américo da Silva Marinho, 2839-001 Lavradio, Portugal



INTRODUÇÃO

O **bioetanol** é um biocombustível obtido por meio da fermentação controlada de açúcares simples ou a partir de hidratos de carbono poliméricos, e da destilação de resíduos vegetais. Existe o Bioetanol de 1^a e de 2^a geração, sendo o primeiro produzido através do açúcar retirado diretamente de determinados alimentos e o de 2^a geração é feito a partir de resíduos lignocelulósicos [1,2]. A produção de bioetanol de segunda geração divide-se em três etapas principais: pré-tratamento, hidrólise e fermentação.

É correto dizer que a produção de etanol de segunda geração, cumpre com os princípios da **Economia Circular**, em termos da valorização de resíduos, maior eficiência no uso de recursos e na redução das emissões de gases de efeito de estufa (GEE) [3]. Economia circular é um conceito estratégico para pensar no nosso futuro e como nos relacionamos com o planeta [4].

Neste trabalho procurou-se comparar a produção de etanol a partir do açúcar e de casca de frutas (laranja e banana). Relativamente ao pré-tratamento, foram avaliados dois tipos de tratamento: tratamento térmico (conjunto de processos industriais focados na alteração de propriedades físicas, mecânicas e/ou químicas de materiais), onde as cascas das frutas foram levadas a ferver por 15 minutos, e hidrólise ácida (processo químico que ocorre na presença de um ácido mineral em solução aquosa, podendo ser diluído ou concentrado) feita com ácido sulfúrico 0,1% [5]. O principal objetivo de um pré-tratamento é quebrar a matriz lignocelulósica e disponibilizar o açúcar fermentável [5]. Foi utilizada ainda a escala de Grau Brix, uma escala numérica que mede a quantidade de sólidos solúveis numa solução de sacarose, para fazer uma estimativa teórica da percentagem de etanol produzido [5].



MATERIAIS E MÉTODOS

Após a escolha da biomassa (casca da laranja e banana), as cascas foram pré-tratadas de acordo com a figura 1.

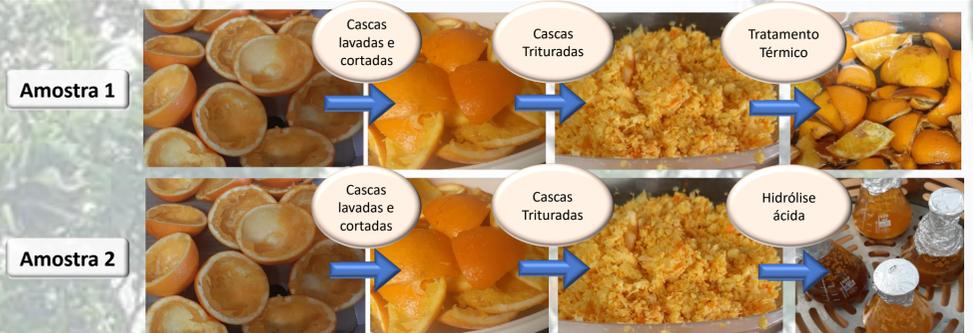


Fig.1- pré tratamento das amostras

Após o pré-tratamento, a amostra foi filtrada, aquecida a 40°C, e adicionou-se a levedura *Saccharomyces cerevisiae*. A amostra, já com a levedura, foi colocada em erlenmeyers, onde ficou a fermentar em incubadora estabilizada a 38,5 °C, por 48 horas, em seguida foi realizada a destilação fracionada, como mostra a figura 2.



Fig.2-Análise do teor em açúcar, fermentação, análise da atividade da levedura, destilação e teste de chama



RESULTADOS

Tabela 1- Dados relativos à destilação fracionada do etanol obtido a partir do açúcar

	m (p) (g)	m (et+p) (g)	m (et) (g)	V (cm ³)	Densidade (g/cm ³)
1 ^o retirada	32,8572	33,7225	0,8653	1,1	0,786636364
2 ^o retirada	32,557	34,694	2,137	2,8	0,763214286
3 ^o retirada	32,8572	34,224	1,3668	1,8	0,759333333
4 ^o retirada	52,026	62,568	10,542	11	0,958363636

Tabela 2- Dados relativos à destilação fracionada do etanol obtido a partir da casca da banana

	m(p) (g)	m(et+p) (g)	m(et) (g)	V (cm ³)	Densidade (g/cm ³)
1 ^o retirada	33,003	34,176	1,173	1,4	0,837857143
2 ^o retirada	33,003	35,967	2,964	3,2	0,92625
3 ^o retirada	33,003	34,348	1,345	1,65	0,815151515
4 ^o retirada	31,716	33,316	1,6	1,6	1

Tabela 3- Medição da percentagem de etanol através do Grau Brix

AMOSTRA	°Brix	Açúcar (g/L)	Etanol %Vol
ACLTT (1)	4,80	48,04	2,67
ACBTT (2)	3,45	34,47	1,92
SA (3)	21,50	215,00	11,94
ACLHA (4)	6,70	67,00	3,72

- (1)- ACLTT- Amostra de Casca de Laranja, Tratamento Térmico.
- (2)- ACBTT- Amostra de Casca de Banana, Tratamento Térmico.
- (3)- SA- Amostra de Açúcar
- (4)- ACLHA- Amostra de Casca de Laranja, Hidrólise Ácida.

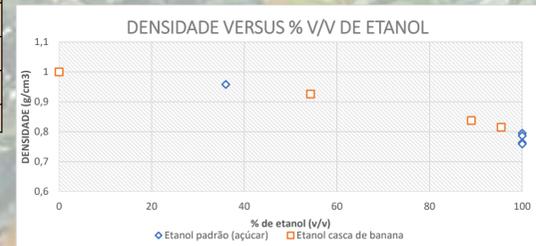


Fig.3- Gráfico da densidade (g/cm³) em função da percentagem do etanol (%v/v)



DISCUSSÃO

A análise dos resultados foi baseada no gráfico (Fig.3) onde mostra a relação entre densidade e percentagem de etanol.

Verifica-se que na primeira retirada da destilação do mosto de açúcar (Tabela 1) obteve-se etanol puro já que a densidade da amostra recolhida é de 0,787g/cm³. Com o passar do tempo, o grau de pureza do etanol diminuiu e, na última retirada, a densidade encontra-se mais próxima da água do que do etanol.

Relativamente ao etanol produzido a partir da destilação da casca de banana (Tabela 2), verifica-se que há uma menor pureza do etanol comparativamente com o açúcar, sendo que na 4^a retirada existe maioritariamente água (densidade da água=1 g/cm³).

O açúcar é, como esperado, aquele que apresenta maior percentagem de etanol. (Tabela 3). Comparando os diferentes métodos (hidrólise ácida e tratamento térmico) aplicados à casca da laranja, verifica-se que se obteve maior percentagem de etanol no tratamento térmico. Quando se comparam os dois frutos sujeitos ao mesmo tratamento térmico, verifica-se que obtivemos menor percentagem de etanol para a laranja, comparado com o obtido a partir do açúcar, porque o açúcar tem maior quantidade de açúcar fermentável.

É importante realçar que o controlo da temperatura é bastante importante, uma vez que a temperatura de ebulição do etanol é de 78°C (próximo da temperatura de ebulição da água). O descuido no controlo da temperatura diminuiu a eficiência do processo.



CONCLUSÃO

A produção de etanol a partir do açúcar apresenta um custo mais baixo por não requerer um processo de pré-tratamento químico ou enzimático, comparativamente com o etanol de segunda geração, que requer um pré-tratamento (térmico, hidrólise ácida, alcalina ou enzimática), de modo a disponibilizar o açúcar fermentável. No entanto, o bioetanol obtido a partir do açúcar apresenta um conjunto de aspetos negativos, tais como: mudanças no uso da terra, desmatamento, perda de biodiversidade e conflitos sociais, sendo o mais importante a segurança alimentar. Verificou-se nas experiências realizadas, que o açúcar presente na casca de laranja, após hidrólise ácida, ainda é significativamente inferior que a do açúcar. Observou-se ainda, através das pesquisas, que é de extrema importância desenvolver métodos de pré-tratamento que permitam obter um maior rendimento na produção de etanol a partir de resíduos.



BIBLIOGRAFIA

- [1] Paiva, J., Ferreira, A., Vale, J., Morais, C., Gil, V. (2017). *Novo 12Q*, p.112. Lisboa. Texto Editores, Lda.
- [2] Alves, A., Monteiro, A., Sottomayor, C., Azevedo, D., Machado, E., Pereira, J., Santana, M.J., Loureiro, S. *Biocombustíveis*. Consultado em dezembro, 2021. Disponível em https://paginas.fe.up.pt/~projfeup/bestof/12_13/files/POST_Q1Q2_03.PDF
- [3] Dias, Nilmara. Excerto de alguns diapositivos apresentados em "Etanol-Produção e Adição na Gasolina". Instituto Politécnico de Setúbal, Escola Superior de Tecnologia do Barreiro. Ano letivo 2021/2022.
- [4] Eco.nomia. "O que é a economia circular?". Consultado em dezembro, 2021. Disponível em <https://eco.nomia.pt/pt/economia-circular/estrategias>
- [5] Jha, P., Singh, S., Raghuram, M., Nair, G., Jobby, R., Gupta, A. & Desai, N. (2019) - *Valorisation of orange peel: supplement in fermentation media for ethanol production and source of limonene*. *Environmental Sustainability* 2, 33-41. Consultado em 14 maio 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s42398-019-00048-2>



Agradecemos ao Doutor Alexandre Reis representante da Empresa Fungine, pelo apoio durante o trabalho laboratorial