10º **ENTEC – Encontro de Tecnologia: 28 de novembro a 3 de dezembro de 2016**

ALTERNATIVA DE FABRICAÇÃO DE ETANOL USANDO BETERRABA SACARINA (*BETA VULGARIS L.*)

Jussara Maria Martins[1]; Jade de Carvalho Ferreirar[2]; José Roberto Delalibera Finzer[3]
[1, 2] Universidade de Uberaba
[1, 2, 3] Universidade de Uberaba
jussarammartins@live.com *jrdfinzer@uol.com.br*

Resumo
Com o passar dos anos o etanol começou a ganhar espaço no cenário mundial, como um combustível alternativo a gasolina. A beterraba sacarina consiste em uma matéria-prima para sacarose a ser fermentada para produção de etanol. Este trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência do método utilizado na extração de sacarose da beterraba sacarina cultivada com sementes importadas da Europa. Na caracterização da beterraba foram efetuadas medidas em duplicata. Para um total de 628 g de uma beterraba com volume de 666,7 mL a densidade média foi de 1,014 g/mL. Na desintegração da beterraba e extração com água a temperatura de 70°C, uma massa de 608,2 g foi seccionada em fatias com espessura aproximada de 1 cm, adicionadas a um multiprocessador (Mondial Vitamix L30). Foi usada uma quantidade de água de 517,5 mL na temperatura de 70°C, que foi a quantidade de água suficiente para gerar uma polpa uniforme. Após o processamento a polpa foi filtrada, obtendo um volume de solução de 995,8 mL. Utilizando um refratômetro calibrado, quantificou-se um grau Brix de 4% e a solução apresentou pH igual a 7. Os resultados obtidos foram o AR igual a 9 e o ART de 23,7 g e Pol de 14.

Palavras-chave: Etanol. Beterraba sacarina. Extração.

1 Introdução

O petróleo trouxe evolução a humanidade, e atualmente consiste na principal fonte de energia usada no planeta. Na matriz energética mundial o petróleo e seus derivados respondem por 85% da energia consumida, o que causa uma grande dependência ao petróleo. O petróleo se apresenta ao cenário mundial como um item econômico e estratégico(Fuser, 2013).

Como matéria prima é indispensável ao setor industrial, gerando assim recursos ao mercado de capitais, cujo principal objetivo é o lucro. No setor estratégico o petróleo é um recurso não renovável, ocorre em poucas regiões do planeta, sendo considerado nos países como um item de segurança. A valorização do petróleo traz implicações no cenário geopolítico internacional, que podem causar conflitos interestatais, para ter acesso direto às reservas de petróleo (Fuser, 2013).

A busca por alternativas ao petróleo teve início com a aplicação do etanol, estudo esse que começou com Samuel Morey em 1826, quando foi desenvolvido um protótipo do motor de combustão interna nos Estados Unidos, seguido por Henry Ford em 1925, que utilizou o etanol como combustível automotriz (Minteer, 2006).

Na Europa, mais precisamente na Alemanha, o etanol era utilizado para mover locomotivas e os motores de combustão interna devido ao menor desgaste, menor poluição e por serem

mais silenciosos. O etanol passou a funcionar como anti-detonante, graças ao nível de octano médio de 99 face aos 88 da gasolina (Gnansounou, 2009), substituindo assim o tóxico tetraetilo de chumbo. No Brasil o etanol passou a ser testado em 1933 no setor de transporte, principalmente após a fundação do Instituto do Açúcar e do Álcool (Boddey et al., 2008).

O etanol se tornou o biocombustível liquido mais produzido atualmente, dado no Brasil e nos E.U.A, tendo vastos programas de subsídios para a produção de etanol, como substituto ou aditivo a gasolina para veículos. O E.U.A e o Brasil produzem 75% do bioetanol no mundo (IEA, 2010).

A beterraba sacarina, hortaliça pertencente à família *chenopodiaceae*, é nativa da Europa, norte da África e Oeste da Ásia. Tem seu maior cultivo em países de clima temperado, sendo que no Brasil seu cultivo concentra-se em São Paulo, Minas Gerais e nos Estados do Sul. A cultura da beterraba é mais adaptada ao clima ameno com temperatura média entre 15ºC a 18ºC, tolerando variações de 4ºC a 24ºC (Nunes, 1986).

As raízes da beterraba são de grande importância econômica devido ao seu alto valor nutritivo e industrial, tendo também um destaque para a produção de etanol na Europa, sendo uma planta de fácil cultivo. A propagação se faz diretamente pela semente, podendo-se transplantar (NUNES, 1986).

Os melhores solos para o cultivo da beterraba são os profundos, bem drenados, soltos e com alto teor de matéria orgânica. Consiste em uma hortaliça sensível a acidez, devendo o solo apresentar pH de 6 a 7.

O objetivo do trabalho é avaliar a eficiencia do método utilizado na extração de sacarose da beterraba sacarina para posterior fabricação de etanol.

2 Materiais e Métodos

Efetuou-se o plantio das Beterrabas Sacarinas, **Figura nº**1 – Mudas de beterraba sacarina, com sementes importadas da Europa.



Figura 1: Mudas de beterraba sacarina.

Na extração de sacarose da beterraba sacarina utilizou se o método de extração efetuando a desintegração da beterraba usando água à temperatura de 70° C (TREYBAL,1980).

2.1 Desintegração da Beterraba e Extração com Água a Temperatura de 70°C.

A beterraba foi caracterizada e apresentou densidade de 1,004 g/cm^3 e volume de 666,7 mL. A massa de 608,2 g de beterraba foi seccionada em pequenas fatias com espessura aproximada de 1 cm e massa quantificada usando uma balança analítica (Balança eletrônica digital marca Gehaka mod. bg-440). As fatias de beterraba foram adicionadas a um multiprocessador (Mondial Vitamix L30). Foi usada uma quantidade de 517,5 de água na temperatura de 70°C (TREYBAL,1980), que foi a quantidade de água suficiente para gerar uma polpa uniforme.

Após o processamento, a polpa foi filtrada usando um filtro confeccionado com tecido de algodão, obtendo um volume de solução de 995,8 mL, **Figura nº2** – Polpa filtrada. Na sequência foi quantificada a porcentagem de sólidos

solúveis na solução filtrada, utilizando um refratômetro calibrado em graus Brix. Com uma fita indicativa de pH determinou-se o pH da solução.

Figura 2: Polpa filtrada



Para quantificar a porcentagem efetiva de sacarose na solução utilizou-se uma correlação entre açucares redutores totais (ART) e etanol produzido em fermentação, inicialmente quantificando os açúcares redutores (AR), segundo a metodologia de Lane & Eynon (PEDRO, 2012).

2.2 Determinação fator de fehling

Segundo (Pedro,2012) a determinação do fator de fehling pode ser obtido pelos seguinte cálculo:

Açúcares redutores % caldo = (5 / V) x F; Açúcares redutores % caldo = (5 /25,3) x 1,005; Açúcares redutores % caldo =0,9%.
Sendo:
Vg= volume gasto na titulação
F= fator de correção da concentração do licor de Fehling

2.3 Transformação de ART em Etanol

Durante o processo de fabricação de álcool, na fermentação, existe a inversão da sacarose em glicose e frutose, e estes açucares redutores provenientes da sacarose mais aqueles que já estavam sob a forma de glicose e frutose são consumidos pelas leveduras para produzir etanol e gás carbônico, segundo a reação indicada pela Equação (1) (Finzer, 2007).

$$\underset{\text{Aç. Inv.}}{C_6H_{12}O_5} \xrightarrow[\text{leveduras}]{} \underset{\text{Etanol}}{2(CH_3CH_2OH)} + \underset{\text{GásCarbônico}}{2(CO_2)}$$

$$\underset{}{180g} \qquad \underset{}{2\times 46g} \qquad \underset{}{2\times 44g}$$

(1)

Nesta reação está sendo produzido o chamado etanol a 100%, ou seja, puro. O álcool produzido industrialmente, assim como o açúcar não é 100% de teor alcoólico. Existem produtos diferenciados, mas o padrão são os dois tipos carburantes, que segue o padrão da legislação ANP (Agência Nacional do Petróleo).

O teor de álcool INPM significa percentual em peso, é denominado INPM (Instituto Nacional de Pesos e Medidas) ou graduação alcoólica em peso. É preciso conhecer que a densidade do álcool varia com seu teor alcoólico. A Equação (2) é útil para realização de cálculos, porém só é válida para teores entre 92 e 100°INPM, sendo ME a densidade da solução de etanol (g/mL).

$$ME = -0{,}027441 \bullet INPM^{\,2} + 2{,}369 \bullet INPM + 826{,}849 \qquad (2)$$

$$ME = m/v \qquad (3)$$

ME– densidade em g/mL(solução)
v – volume em mL (solução)
m – em g (solução)

Voltando a correlação entre ART e etanol, pode-se utilizar estas informações para obter um rendimento estequiométrico da reação de conversão de açúcares

invertidos em etanol a 100%. Açúcares Redutores Totais (ART), são os açúcares totais presentes no caldo ou na cana expressos na forma de açúcares redutores, ou seja, é a soma de sacarose, glicose e frutose. Para medir este parâmetro provoca-se a inversão da sacarose na amostra a ser analisada, vista na reação de formação dos açucares redutores Equação (4). Assim são medidos os açúcares redutores totais.

$$\underset{342g}{C_{12}H_{22}O_{11}} + \underset{18g}{H_2O} \rightarrow \underset{180g}{C_6H_{12}O_6} + \underset{180g}{C_6H_{12}O_6} \quad (4)$$

Existe uma correlação para o cálculo do ART a partir da porcentagem em massa de sacarose aparente (Pol) e do AR conhecidos, utiliza-se a relação estequiométrica entre sacarose e açúcares redutores e o caldo (TC, tonelada de caldo) através do fator 1,0526, conforme a Equação 5.

$$ART(Kg/TC) = (Pol(\%) \times 1{,}0526 + AR(\%)) \times 10 \quad (5)$$

Tem-se que uma molécula de sacarose (342 g) hidrolisa com água para formar glicose e frutose (360 g). Então para cada unidade de massa de sacarose invertida são obtidas 1,0526 unidades de massa de açúcares redutores (glicose e frutose), ou seja:. 342/360 = 1,0526.

3 Resultados

3.1 Determinação do AR e ART

Realizou-se a padronização do licor de Fehling conforme a metodologia do Pedro (2012), encontrando como volume gasto na titulação 25,5 mL de açúcar invertido para titular a massa padronizada de licor de Fehling.

$$F = \frac{25{,}64}{v}$$

$$F = \frac{25{,}64}{25{,}5} = 1{,}005$$

Após a padronização do licor de Felhing procedeu-se com a determinação do AR conforme a metodologia de Pedro (2012).

$$\%\ AR = \frac{5}{V} \cdot F$$

$$\%AR = \frac{5}{25{,}3} \cdot 1{,}005 = 0{,}9\%$$

Para a determinação do açucares redutores totais utilizou-se os dados obtidos da amostra 1, após essaser fermentada e destilada. A amostra 1 apresentou 63,8% (em massa) de teor alcoólico, e um volume 14 mL. Primeiro procedeu-se com o cálculo da massa especifica da amostra (D), na temperatura de 25ºC (FINZER, 2007).

(3)

$$ME = -0{,}027441 \cdot INPM^2 + 2{,}369 \cdot INPM + 826{,}849$$

$$ME = -0{,}027441 \cdot 63{,}8^2 + 2{,}369 \cdot 63{,}8 + 826{,}849$$

ME= 866,2942 $\frac{kg}{m^3}$ ou 0,866229 $\frac{g}{mL}$

Após a determinação da massa especifica procedeu-se com o cálculo da massa utilizando o volume da amostra. obteve-se um valor de volume de solução de açúcar gasto na titulação de 25,3 mL. Utilizando o valor obtido calculou-se os açucares redutores conforme a equação.

ME = m/v
0,866229 = m/14
m= 12,128g

Com o valor de massa encontrado calculou-se a massa de ART, através da

relação existente entre massa de etanol e massa de ART (Finzer,2007).

180 g de ART_____92 g de etanol
X _____12,128 g de etanol

X= 23,73 g ART

Obteve-se um resultado de 23,73 g de ART, ou seja para produzir 12,128 g de etanol no teor álcool de 63,8 necessitou-se de 23,73 g de ART reagisse. Com os valores obtidos determinou-se o POL, segundo a relação descrita a seguir (FINZER, 2007).

$$ART = Pol(\%) \cdot 1{,}0526 + AR(\%) \cdot 10$$
$$23{,}73 = Pol(\%) \cdot 1{,}0526 + 9$$
$$Pol = 13{,}99\%$$

4 Discussão

A maior eficiência na extração de sacarose da beterraba sacarina foi pelo método de desintegração da beterraba usando multiprocessador com água a temperatura de 70°C o qual possibilitou obter o AR igual a 9 e o ART de 23,7 g e Pol de 14%. Em média de 100 g de açúcares redutores totais obtém se 47 g de álcool etílico e outros produtos: gás carbônico, 46,5 g e em menor quantidade 3,8 g de glicerol, 0,8 g de ácido succínico, 0,9 g de ácido acético, 0,4 g óleo fúsel, 0,4 g de butilenoglicol e 1,3 g de biomassa.

5 Conclusão

Pode-se concluir que a beterraba sacarina produzida consiste em uma matéria-prima para produção de etanol.

Referências

A Boddey, R. M.; Soares L. H. de B. Alves, B. J. R. e Urquiaga S., Bio-Ethanol Production in Brazil, em: **D. Pimentel, ed. 2008, Biofuels, Solar and Wind as Renewable Energy Systems** –Benefits and Risks, Springer, Cap. 13.

Finzer, J. R. D. **Curso de Pós-graduação "lato sensu" em Tecnologias no Setor Sucroalcooleiro.Uberaba**.MG.2007
FUSER, IGOR. **Energia e Relações Internacionais**, São Paulo: Saraiva, 2013.

Gnansounou, E. **Fuel Ethanol – Current Status and Outlook**, em: Pandey, A., 2009, Handbook of Plant-Based Biofuels, Estados Unidos da América: Taylor & Francis Group, Cap. 5.

IEA, 2010, **World Energy Outlook** 2010.
MINTEER, S., Alcoholic Fuels: An Overview, em Minteer, S., 2006, **Alcoholic Fuels**, Estados Unidos da América: Taylor & Francis Group, Cap. 1.

Monteiro, A.F.S. **Avaliação das potencialidades de produção de bioetanol em Portugal**. Portugal, 2011.

Nunes, M. U. C. **Produtividade de beterraba em dois sistemas de cultivo**. Embrapa Acre.1986.

Pedro, F. **Análises em controle e qualidade dos produtos sucroalcooleiros**. SP. 2012.