

## EXTRAÇÃO DE AÇÚCARES DA BETERRABA SACARINA (*BETA VULGARIS L.*)

J. M. MARTINS<sup>1</sup>, J. C. FERREIRA<sup>2</sup>, J.R.FINZER<sup>3</sup> e M. L. BEGNINI<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidade de Uberaba, Faculdade de Engenharia Química

<sup>2</sup> Universidade de Uberaba, Faculdade de Engenharia Química

<sup>3,4</sup> Universidade de Uberaba, Departamento de Engenharia Química.

E-mail para contato: jussarammartins@live.com

**RESUMO** – Com o passar dos anos o etanol começou a ganhar espaço no cenário mundial, como um combustível alternativo a gasolina. Nesse sentido a beterraba sacarina (*Beta Vulgaris L.*) surge como matéria prima na produção de biocombustíveis. 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 uma massa de beterraba foi quantificado o volume e a densidade média de 1,014 g/mL. Na desintegração da beterraba e extração com água a temperatura de 70°C, uma massa de 608 g foi seccionada em fatias com espessura aproximada de 1 cm e adicionadas a um multiprocessador. Foi usada uma preparação de beterraba/água de 1,2, 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 996 mL. Utilizando um refratômetro calibrado quantificou-se um grau Brix em 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. Portanto, a beterraba sacarina consiste de uma promissora matéria-prima para sacarose a ser fermentada para produção de etanol.

### 1. INTRODUÇÃO

A sociedade industrial mundial contemporânea ainda opera em grande escala com recursos energéticos não renováveis, uma vez que as principais fontes energéticas derivam de combustíveis fósseis, como o petróleo, carvão mineral e o gás natural. Estimular o consumo de energias alternativas se traduz num incontestável fator para o desenvolvimento responsável das nações. O objetivo consiste na preservação e na conservação do meio ambiente, bem como, reduções das alterações climáticas atuais e futuras (BRASIL, 2006).

A busca por alternativas ao petróleo tem como referência a aplicação do etanol. Na Europa, mais precisamente na Alemanha, o etanol era utilizado para mover locomotivas e os motores de combustão interna e devido ao menor desgaste, menor poluição e por serem mais silenciosos. O etanol passou a funcionar como antidetonante, graças ao nível de octano médio de 99 face aos 88 da gasolina, substituindo assim o tóxico tetraetilo de chumbo (GNANSOUNOU, 2009).

A beterraba sacarina (*Beta Vulgaris L.*) é uma planta da família *chenopodiaceae*, cuja raiz constitui a matéria-prima para a obtenção do açúcar. A planta contém em suas raízes uma elevada concentração de sacarose (GARDÉ, 1978). A hortalica é nativa da Europa, norte da África e Oeste da Ásia (NUNES, 1986).

A beterraba sacarina por apresentar altos teores de sacarose na faixa de 16 a 21% consiste numa possível alternativa a produção de etanol no Brasil. 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 15°C a 18°C, tolerando variações de 4°C a 24°C (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. Os melhores solos para o cultivo da beterraba são os profundos, bem drenados soltos e com alto teor de matéria orgânica. Consiste em uma hortalica sensível a acidez, devendo o solo apresentar pH de 6 a 7 (NUNES, 1986).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Efetuuou-se o plantio das sementes para a extração de açúcares de beterraba sacarina. As beterrabas foram usadas para obtenção dos resultados desse experimento. Testes práticos e estudo bibliográfico evidenciaram a necessidade de adubação do solo para melhor resultado do plantio, os pesquisadores usaram sulfato de amônio e adubação orgânica de origem animal (TIVELLI, 2011). A Figura 1 ilustra o plantio da beterraba e a Figura 2 a hortalica após a colheita.

Figura 1 – Mudas de Beterraba Sacarina. Fonte: do próprio autor.



Figura 2 – Beterraba Sacarina (*Beta Vulgaris L.*), após a colheita. Fonte: do próprio autor.



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). A beterraba processada foi caracterizada e apresentou densidade média de 1,004 g/cm<sup>3</sup>. A massa de 608 g de beterraba foi seccionada em pequenas fatias com espessura aproximada de 1 cm e quantificada em uma balança analítica (Balança eletrônica digital m/Gehaka mod. bg-440, com resolução de 0,1g.), conforme pode ser visto na Figura 3.

Figura 3 – Quantificação da massa de beterraba. Fonte: do próprio autor.



As fatias de beterraba foram adicionadas a um multiprocessador (Mondial Vitamix L30). Foi usada uma proporção de beterraba/água de 1,2, com água na temperatura de 70°C, 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 996 mL, ver Figura 4.

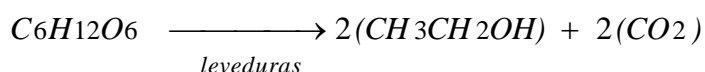
Figura 4 – Polpa Filtrada. Fonte: do próprio autor.



Foi quantificada a porcentagem de sólidos solúveis na solução filtrada, utilizando um refratômetro calibrado em grau Brix. O pHmetro foi utilizado para medir o pH da solução. Para quantificar a porcentagem efetiva de sacarose na solução utilizou-se uma correlação entre açúcares redutores totais (ART) e etanol produzido em fermentação, inicialmente quantificando os açúcares redutores (AR), (PEDRO, 2013).

## 2.1. Transformação dos açúcares redutores totais (ART) em Etanol

Durante o processo de fabricação de álcool, na fermentação, existe a inversão da sacarose em glicose e frutose, e estes açúcares 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 (SCHMIDELL, et al., 2001), segundo a reação a seguir:



180g	2 × 46g	2 × 44g
Aç. Inv.	E tan ol	Gás Carbônico

Nesta reação está sendo produzido o chamado etanol a 100%. O teor do álcool produzido industrialmente, assim como o açúcar não é 100%. Existem produtos diferenciados, mas o padrão são os dois tipos carburantes presentes, que segue o padrão da legislação ANP (Agência Nacional do Petróleo). O teor de álcool INPM significa percentual em peso, (Instituto Nacional de Pesos e Medidas). É preciso conhecer que a densidade do álcool varia com seu teor alcoólico. Na Equação (1), D é a densidade da solução de etanol em (kg/m<sup>3</sup>), sendo quantificado em função do grau INPM (válida para teores entre 92 e 100°INPM).

$$D = -0,027441 \bullet INPM^2 + 2,369 \bullet INPM + 826,849 \quad (1)$$

Voltando à 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 expressos na forma de açúcares redutores, ou seja, é a soma de sacarose invertida em glicose e frutose.

Para medir este parâmetro provoca-se a inversão da sacarose na amostra a ser analisada, e assim são medidos os açúcares redutores totais. Tem-se que uma molécula de sacarose (342g) 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).  $342/360 = 1,0526$

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. Determinação do AR e ART

Realizou-se a padronização do licor de Fehling conforme a metodologia (PEDRO, 2013). A solução de 5mL de Fehling A e 5mL de Fehling B, mais aproximadamente 50mL de água destilada foi titulada gastando um volume de 25,5 mL de solução de açúcarada. O fator de correção da concentração do licor de Fehling é igual a 1,005. Após a padronização do licor de Fehling com a determinação do AR conforme a metodologia (PEDRO, 2013).

$$\%AR = \frac{5}{V} \cdot F \quad (2)$$

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

$$\%AR = 0,9\%$$

Para determinação dos açúcares redutores totais utilizou-se os dados obtidos de um fermentado e destilado da solução sacarina. O destilado apresentou 63,8% (em massa) de teor alcoólico, e um volume 14 mL. A massa específica da amostra (D), na temperatura de 25°C (SCHMIDELL et al., 2001), foi de:

$$D = -0,027441 \cdot INPM^2 + 2,369 \cdot INPM + 826,849 \quad (3)$$

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

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

Utilizando 14 mL da amostra destilada obteve-se a massa de 12,12g. Com a porcentagem de teor alcoólico da amostra destilada encontrou-se a massa de álcool:

$$m = 12,12 \cdot 63,8$$

$$m = 7,73 \text{ g de álcool}$$

Com o valor de massa de álcool obtido calculou-se a massa de ART, através da relação existente entre massa de etanol e massa de ART (SCHMIDELL et al., 2001):

ART	Etanol
180g	92g
x	12,12g
$x = 23,73 \text{ g ART}$	

## 4. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que a sacarose obtida da beterraba sacarina consiste em uma matéria prima promissora para a produção do etanol. A eficiência na extração de sacarose da beterraba sacarina foi pelo método de desintegração da beterraba usando multiprocessador com água a temperatura de 70°C, possibilitou obter o AR igual a 0,9% e o ART de 23,7 g. Em média de 100 g de açúcares redutores totais obtém-se 47 g de álcool etílico, 46,5 g de gás carbônico, 3,8 g de glicerol, 0,8 g de ácido succínico, 0,9 g de ácido acético, 0,4 g de óleo fúsel, 0,4 g de butilenoglicol e 1,3 g de biomassa (SCHMIDELL, et al., 2001).

## 6. REFERÊNCIAS

BRASIL. *O futuro da indústria: biodiesel*. Coletânea de artigos/coordenadores José Ricon Ferreira, Carlos Manuel Pedroso Neves Cristo. Brasília: MDIC, 2006.

GARDÉ, Alberto H. *Beterraba sacarina*. 5. ed. Santelmo: Agricultura Moderna, 1978. 94 p.

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.

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. 2013.

SCHMIDELL, W. LIMA, U. A. AQUARONE, E. BORZANI, W. *Biotechnologia industrial: volume 3: Processos fermentativos e enzimáticos*. Editora Edgard Blücher LTDA. São Paulo-SP, 2001.

TIVELLI, Sebastião Wilson et al. *Beterraba: Do plantio a comercialização*. Campinas: Instituto Agrônômico, 2011. 45 p.

TREYBAL, R. E. *Mass-transfer operations*. 3. ed. McGraw-Hill. 1980. 784p.