

Análise em tempo real por sensor de fibra óptica de soluções de bioetanol e sacarose visando a otimização do processo de produção do álcool



Roberta K. Rodrigues (IC)*, Carlos K. Suzuki (PQ)**
Faculdade de Engenharia Mecânica – UNICAMP



Palavras-Chave: fibra óptica sensora; sensoriamento óptico; princípio de Fresnel; bioetanol; sacarose.

Introdução

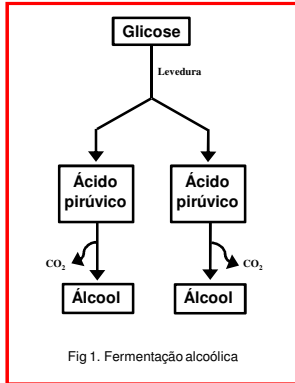


Fig 1. Fermentação alcoólica



Fig 2. Torre de destilação de uma usina sucroalcooleira

A fermentação alcoólica é um processo bioquímico feito por microorganismos que converte o açúcar em etanol, conforme apresentado na Figura 1. Na produção de álcool numa usina sucroalcooleira (Figura 2), os produtos gerados, após a fermentação, filtração e destilação, são: etanol em alta pureza e resíduos (vinhaça e flegmaça), que contém baixa concentração de etanol.

A solução de etanol que se forma durante a destilação é checada periodicamente em laboratório, porém, de forma não imediata. Ou seja, se algum desequilíbrio for causado no sistema de destilação e fizer com que as soluções geradas apresentem concentração de etanol abaixo da prevista ocorre-se um aumento no tempo, no custo do processo e na quantidade de resíduos gerados.

A tecnologia apresentada neste trabalho propõe analisar o teor do etanol e a eficiência da destilação na usina ainda durante o processo de produção, a partir da determinação da concentração alcoólica das soluções geradas durante a destilação e do produto final de destilação (etanol hidratado). Além disso, propõe-se também a determinação da concentração de sacarose no caldo extraída da cana-de-açúcar (caldo de cana) e da solução de caldo de cana concentrado (xarope de sacarose) que é utilizada na fermentação alcoólica.

Aparato experimental

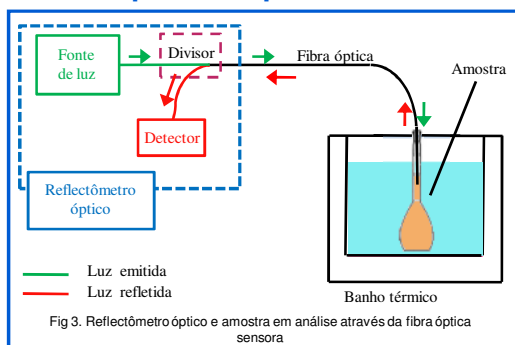


Fig 3. Reflectômetro óptico e amostra em análise através da fibra óptica sensora

Os experimentos foram realizados utilizando-se um reflectômetro óptico, equipamento capaz de analisar a qualidade das soluções utilizadas para a fermentação do açúcar, do etanol produzido e, dessa forma, a eficiência da conversão bioquímica e da destilação na usina ainda durante o processo de produção do álcool.

As análises foram feitas medindo-se a concentração de soluções de etanol e de sacarose. A tecnologia que emprega o

uso da fibra óptica sensora é adequada para caracterizar concentrações de soluções líquidas, como sistemas água-etanol e soluções de sacarose.

O reflectômetro óptico utiliza um princípio de Fresnel. Esse princípio descreve a reflexão e transmissão de luz na interface de dois materiais que tenham diferentes índices de refração. O coeficiente de reflexão ou transmissão depende do índices de refração da fibra e da solução. Sabendo-se o índice de refração da fibra óptica, e medindo-se a intensidade do feixe de luz refletida na interface fibra óptica/amostra, pode-se determinar, assim, o índice de refração da amostra. E o índice de refração de uma solução depende da concentração.

Dados experimentais

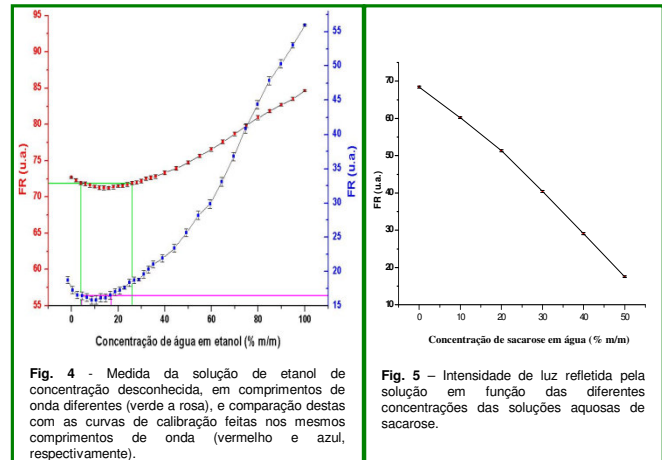


Fig. 4 - Medida da solução de etanol de concentração desconhecida, em comprimentos de onda diferentes (verde a rosa), e comparação destas com as curvas de calibração feitas nos mesmos comprimentos de onda (vermelho e azul, respectivamente).

Fig. 5 - Intensidade de luz refletida pela solução em função das diferentes concentrações das soluções aquosas de sacarose.

A Figura 4 apresenta o resultado de medidas de uma solução de etanol-água desconhecida e a comparação dos valores obtidos com as curvas de calibração feitas nas mesmas condições experimentais dessas amostras. Observa-se que mesmo na região próxima à mistura azeotrópica, em que as curvas obtidas não apresentem comportamento retilíneo, a identificação da concentração de etanol de uma solução desconhecida é possível através da utilização de curvas de calibração, pois as curvas de calibração feitas em comprimentos de onda diferentes, apresentam escalas diferentes e pontos de mínimo em concentrações diferentes.

A Figura 5 apresenta medidas de soluções aquosas de sacarose em concentrações entre 0 e 50 % de sacarose em água. Mesmo em comprimentos de onda diferentes, obteve-se apenas um valor de intensidade de luz refletida pela solução para um determinado valor de concentração. Ou seja, pode-se utilizar apenas um comprimento de onda e apenas uma curva de calibração para determinar-se a concentração de sacarose de uma amostra desconhecida.

Conclusões

O presente trabalho mostrou que o método proposto é eficiente na determinação da concentração de etanol em soluções hidroalcoólicas e na determinação bastante rápida da concentração de sacarose em soluções aquosas, uma vez que o equipamento utilizado pode, a priori, gerar curvas de calibração para esses sistemas com boa precisão. A determinação da concentração das soluções hidroalcoólicas pode ser realizada mesmo em regiões em que as curvas de calibração desse sistema não tenham comportamento linear. Ou seja, o sistema apresenta grande potencial de aplicação em usinas sucroalcooleiras para otimização da produção de etanol, controle da qualidade do álcool produzido e diminuição da quantidade de resíduos gerados, considerando-se que é possível determinar-se a concentração de etanol e de sacarose nas soluções.