

## ESTUDO CINÉTICO DA FERMENTAÇÃO ALCÓOLICA DE MEL INVERTIDO

Bruno Serconek Fuso (PIBIC/FA/UEM), José Eduardo Olivo (Orientador),  
Orientador) Fernando Henrique da Silva (coautor), e-mail: jeolivo@uem.br

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Ciências Exatas / Maringá, PR.

### Engenharia Química, Processos Bioquímicos

**Palavras-chave:** Fermentação, Etanol, Mel invertido.

### Resumo

Este trabalho avaliou o desempenho de uma fermentação continuamente alimentada diante a mudança de vários parâmetros que afetam o desempenho da fermentação. Fatores como tempo de enchimento do fermentador, massa de levedura, concentração de mel. Após a análise dos experimentos é possível ligar o tempo e rendimento de uma fermentação com um ambiente reacional saturado de açúcar, além da velocidade de despejo do inoculado ao substrato, sendo esses fatores que influenciam negativamente na velocidade do experimento.

### Introdução

O principal método utilizado para a obtenção de etanol é o método fermentativo, o que coloca a indústria alcooleira brasileira no campo da Biotecnologia e da Engenharia Bioquímica. A fermentação é um conjunto de reações no qual ocorre a degradação de moléculas orgânicas por microrganismos, gerando moléculas mais simples.

O caldo de cana ou melaço, possui cerca de 16% de sua composição sendo sacarose (Steinle, 2013), possuindo um balanço energético favorável em relação a outras matérias-primas, como o milho. Dessa forma, o objetivo desse trabalho é a comparação de resultados de consumo de açúcar e produção de álcool em fermentações de alimentação contínua, a fim da obtenção de uma produtividade eficaz.

### Materiais e métodos

**Preparo do Inóculo:** Pesou-se na capela de fluxo laminar a massa de 466,67 g de fermento fresco da marca Itaiquara e o suspendeu em água auto clavada em um Erlenmeyer de 2 L, sendo 116,67 gramas de fermento úmido por litro.

**Preparo do Mel:** Obtém-se o mel bruto e dilui-se para uma concentração desejada. As concentrações estudadas durante o período de pesquisa foram: 150 g/L e 220 g/L de Açúcares Redutores Totais. Após, adiciona-se uma solução tampão de acetato de sódio (200 mL), ureia e superfosfato triplo (80 mL cada).

**Inoculação:** Despeja-se o inoculado no fermentador e adiciona-se água destilada até completar 1,25 L de suspensão. Após, com o auxílio de uma bomba peristáltica (Masterflex), adiciona-se o mel com a vazão desejada.

**Coleta de Amostras:** A coleta de amostras foi realizada no início e durante a

fermentação. O número de amostras e o tempo é visto levando em conta resultados de uma fermentação descontinuamente alimentada com mesmos parâmetros de fermentação. As amostras foram centrifugadas e retirou-se o sobrenadante. Com a levedura foi realizada a leitura da concentração celular, e com o sobrenadante, fez-se as leituras de concentração de ART e etanol.

Determinação da concentração celular: Foram realizadas duas lavagens da levedura, que consiste na re-suspensão da mesma com água destilada e realização de uma nova centrifugação. Em seguida foi realizada a diluição dessa levedura de 1:10. Após isso, foi realizada a leitura da absorbância em espectrofotômetro com um comprimento de onda de 500 a 600 nanômetros.

Determinação de Glicose: adicionou-se 2,5 mL do ácido 3,5 dinitrosalicílico em 0,5 ml de mosto diluído. A solução foi fervida por 10 minutos e em seguida adicionado 3 ml de água. Por fim é realizado a leitura da solução em espectrofotômetro em um comprimento de onda de 600 nm.

Determinação de Frutose: frutose foi calculada segundo a estequiometria da equação de fermentação.

Determinação de Etanol: a concentração de etanol foi obtida por meio da cromatografia gasosa. Para analisar a concentração de etanol foi usado um cromatógrafo Agilent.

## Resultados e Discussão

Com base nos dados obtidos em análises laboratoriais, para cada fermentação pode-se obter um gráfico informando o consumo de açúcar, produção de álcool e o acompanhamento da massa celular.

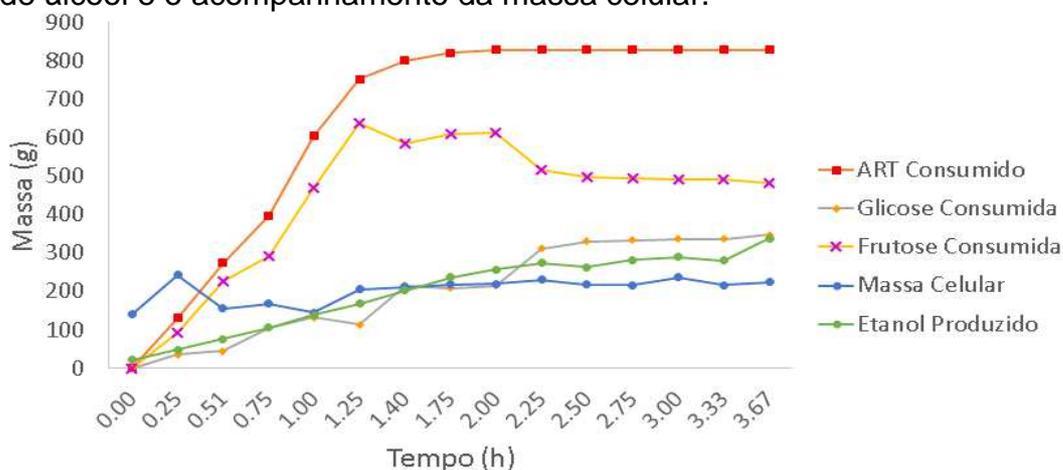


Figura 1 – Dados de ART, frutose, Etanol e Massa Celular

Para cada ensaio, é possível utilizar os dados de ART e produção de etanol a fim de estudar a produtividade e o rendimento da fermentação.

Primeiro lineariza-se as curvas de Etanol e ART consumido. Com os coeficientes angulares de cada reta, tem-se aproximadamente, valores de velocidade de consumo de ART ( $r_s$ ) e produtividade de etanol ( $r_p$ ). Esse gráfico utilizou apenas dados das duas primeiras horas de fermentação as quais foram mais acentuadas a produção de etanol e o consumo de açúcar, conforme apresentado na figura 2:

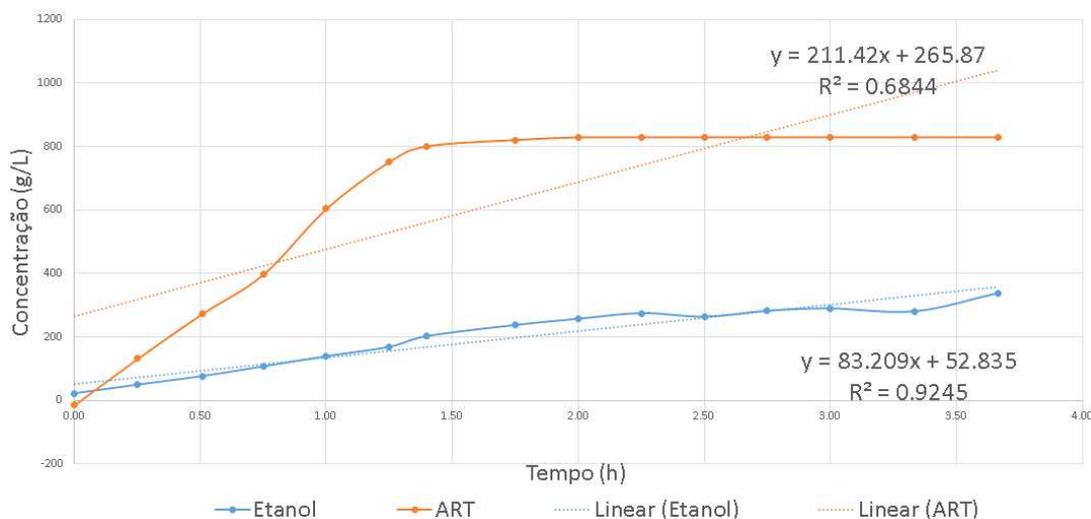


Figura 2 – Curvas ART e Alcool Linearizadas

Com base nos coeficientes angulares obtidos com as equações de retas da figura 1, é possível montar a Tabela 1 do seguinte modo: Os valores de  $r_s$  (velocidade de consumo de ART) e  $r_p$  (produtividade em etanol) foram obtidos analisando o coeficiente angular do gráfico. O valor de  $Y_{p/s}$  foi obtido dividindo-se  $r_p$  por  $r_s$ . Esse cálculo foi feito para todos os tipos de fermentação.

**Tabela 1** – Análise dos coeficientes de cada fermentação

Ensaio	Concentração Mel (g/L)	Massa seca de levedura (g/L)	Constante de enchimento	$r_s$ (g/L.h)	$r_p$ (g/L.h)	$Y_{p/s}$
1	150	35	0,4	211,4 2	83,209	0,396
2	220	35	0,15	221,2 6	80,97	0,367
3	220	35	0,65	168,9 8	54,36	0,322

A variável  $Y_{p/s}$  apresentada no gráfico é a razão de  $r_p$  por  $r_s$  (massa de produtor formado por massa de substrato consumido). Esta variável nos dá um entendimento do rendimento do processo.

Os resultados encontrados foram satisfatórios pois ao comparar com fermentações irmãs descontinuamente alimentadas, pode-se ver uma real mudança nas constantes de produtividade e rendimento das fermentações.

## Conclusões

Partindo dos resultados encontrados pode-se analisar que a mudança nos parâmetros de uma fermentação causa uma diferença de produtividade, e assim um estudo aprofundado em relação com a concentração de mel inserido e a velocidade

com a qual o inóculo é inserido indicariam um melhor entendimento sobre produtividade em fermentações alcoólicas, dessa forma a realização de novos trabalhos torna-se necessária, uma vez que o estudo aprofundado visa aplicação das técnicas discutidas nesse trabalho em escalas industriais.

## Agradecimentos

Professor José Eduardo Olivo, Doutorando Fernando Henrique da Silva, Slan Marques, CAPES e Fundação Araucária

## Referências

- ACORSI, R. L., Estudo da Fermentação Alcoólica Descontínua de Mel Invertido. **Anais Eletrônico VIII EPCC (Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar)**, Unicesumar, Maringá, Brasil, 2013.
- FALCONE, M. & MARQUES A. B., **Estudo Sobre as Condições de Hidrólise pelo Ácido Clorídrico na Dosagem de Açúcares Redutores Totais. Tecnologia de Alimentos e Bebidas**, 4: 24-30, 1965.
- NETTO, C.L.B., **Influência da Concentração Inicial de Células e do Tempo de Enchimento da Dorna no Processo Descontínuo Alimentado de Fermentação Alcoólica de Mosto de Melaço de Cana de Açúcar**, Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 1982.
- OLIVO, J. E., **Efeito da Concentração Inicial de Microrganismos (*S. cerevisiae*) e da Recirculação de Células em Parâmetros Cinéticos de Processos Simultâneos de Sacarificação e Fermentação de Meios Preparados a Partir de Farinha de Raspa de Mandioca**. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 1985.
- STEINLE, L. A., **Fatores que Interferem na Fermentação Alcoólica**. Monografia apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão do Setor Sucrenergético – MTA. Sertãozinho, Brasil, 2013.