

ANÁLISE E COMPARAÇÃO DE DIFERENTES PARÂMETROS DURANTE A FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA

Rebeca Cabral Gonçalves¹, Rodrigo Santos de Paulo²; Tcharles Augusto de Lara Fengler³, Tiago Negrisoni de Oliveira⁴

¹Universidade Federal de Minas Gerais/Departamento de Engenharia Química/Escola de Engenharia, cabralrebecag@gmail.com

²Universidade Federal de Minas Gerais/Departamento de Engenharia Química/Escola de Engenharia, rodrigodepaulo15@gmail.com

³Universidade Federal de Minas Gerais/Departamento de Engenharia Química/Escola de Engenharia, tcharlesaugusto@gmail.com

⁴Universidade Federal de Minas Gerais/Departamento de Ciência da Computação/ Escola de Ciência da Computação, tiagonegri237@gmail.com

Resumo: O trabalho teve o objetivo de descrever características no processo de fermentação alcoólica em diferentes condições. Desenvolveu-se 5 sistemas distintos com concentrações de levedura e açúcar diferentes - brix variando de 4 a 12 e pH de 3,92 a 7,35 - além de um sistema com suco de uva (300mL de suco de uva, 100mL de uma solução de açúcar (50g/100ml) e uvas em pedaços para inocular) e outro com leveduras imobilizadas (solução de sacarose (400mL à 10%) e leveduras imobilizadas). Esses sistemas foram monitorados durante 7 dias quanto a variações de massa, aparência e desprendimento de bolhas durante uma semana e foram feitas medições pH e Brix ao início e final do experimento. Assim, foi possível determinar as condições ideais para o processo fermentativo, sendo: pH inicial de 7,35 e brix de 1,8, para obter 100% de rendimento.

Palavras-chave: Fermentação; Estimação de concentração; pH; Leveduras;

1. Introdução

Os processos fermentativos ocorrem desde a antiguidade, porém, apenas séculos mais tarde os estudiosos começaram a esclarecer o fenômeno que estava envolvido nestas transformações, a então denominada fermentação. Os processos fermentativos têm uma grande importância em vários setores de interesse para a sociedade, seja na indústria química, farmacêutica e na agricultura, bem como na indústria de alimentos. Neste último setor, exemplos muito importantes são a produção de queijo, iogurte, manteiga, produtos de panificação, dentre outros (Agência Embrapa de Formação Tecnológica - Embrapa). Sabe-se que existem fatores que controlam o rendimento do processo de fermentação como temperatura, aeração, pH, contaminantes bacterianos e composição do mosto. Objetiva-se com esse trabalho, fazer uma

análise, a partir de referências, da forma como cada uma dessas variáveis influenciam no rendimento final do processo fermentativo, assim como a determinação da melhor proporção entre mosto e leveduras.

2. Dos Fatos

Assim, a fermentação alcoólica é a transformação de açúcares em álcool etílico (etanol) e gás carbônico (CO_2) pela ação de um determinado grupo de organismos unicelulares denominados leveduras. Os mais usados na produção do etanol são os do gênero *Saccharomyces*, também utilizados no experimento. Esses organismos são desenvolvidos para propiciar fermentação uniforme, rápida e com alto rendimento em etanol (SILVA, 2001).

O processo industrial de fermentação alcoólica pode ser dividido em três fases: fermentação preliminar ou pré-fermentação, fermentação principal ou tumultuosa e fermentação complementar ou pós-fermentação. A fermentação preliminar inicia-se com a adição do mosto ao levedo. Quando o inóculo é pequeno, esta fase caracteriza-se pela multiplicação das leveduras, com consequente consumo de açúcares e lenta produção de álcool. Portanto, deve-se utilizar uma quantidade maior de leveduras de rápida multiplicação, já que o processo de produção de álcool requer alta produtividade. Ocorrendo o aumento da produção de álcool, evidenciado pela produção de gás carbônico, tem-se o final desta fase e o início da fase de fermentação principal ou tumultuosa (AGÊNCIA EMBRAPA).

A concentração de substrato, pH, tempo e temperatura, presença de microrganismos contaminantes são fatores que podem afetar o rendimento da fermentação, ou seja, a eficiência da conversão de açúcar em etanol. Geralmente, há queda na eficiência do processo fermentativo ou na qualidade do produto final (CARDOSO, 2006). Dessa forma, o objetivo geral do artigo foi analisar os fatores que interferem no processo fermentativo e produção alcoólica a partir de leveduras, comparando propriedades como pH, Brix, aparência, variações de massa, quantidade de bolhas, cor e a formação de espuma de cada sistema produzido durante 7 dias.

3. Metodologia

Para a realização desse experimento foram necessários os seguintes materiais e reagentes: Garrafas PET de 500mL, tubos de ensaio, mangueiras, balança, açúcar mascavo, levedura (fermento biológico fresco), água, fertilizante, espátula, béqueres, provetas, bastão de vidro, vidro de relógio, pHmetro e refratômetro.

Primeiramente, anotou-se a massa de cada sistema (conjunto garrafa PET, mangueira e tubo de ensaio) vazio. Em seguida, preparou-se o mosto, solubilizando a quantidade de açúcar determinada na composição nos 400mL de água de potável. Acrescentou-se de 3 a 5 gotas de fertilizante no mosto e homogeneizou-se a solução. Mediu-se o pH e o valor do Brix de cada mosto preparado, e registrou-se os valores obtidos. Logo após, adicionou-se a levedura na garrafa de fermentação e, em seguida, acrescentou-se o mosto preparado e foi novamente pesado. A aparência, variações de massa, a quantidade de bolhas, a cor e a formação de espuma do sistema e a temperatura do ambiente foram analisadas diariamente durante 7 dias. No sétimo dia, realizou-se uma nova medida de pH e Brix do fermentado. Por fim, avaliou-se os resultados obtidos entre os demais grupos.

A segunda parte da prática consistiu em dois experimentos previamente preparados, um utilizando suco de uva e um utilizando levedura imobilizada. O primeiro sistema era constituído de 300mL de suco de uva, 100mL de uma solução de açúcar (50g/100ml) e uvas em pedaços para inocular. De modo semelhante, o segundo sistema era composto por uma solução de sacarose (400mL à 10%) e leveduras imobilizadas. A massa inicial e final dos sistemas foram registradas, bem como o pH e o Brix. Foram monitorados os sistemas quanto a variação de massa, desprendimento de gás carbônico e aparência, diariamente, durante o período de 7 dias.

4. Análise e Interpretação dos Dados

Realizando os procedimentos descritos anteriormente na parte de Métodos, foram feitos 7 Grupos de Ensaios, obtendo os resultados abaixo:

| Grupo | pH inicial | pH final | Brix inicial | Brix final | Massa de etanol teórica esperada | Massa de etanol formada a partir do Brix | Rendimento |
|-------|------------|----------|--------------|------------|----------------------------------|--|------------|
| Uva | 3,92 | 3,27 | 12 | 9,5 | 14,9 ml | 3,11 ml | 20,9% |
| Enc. | 7,08 | 3,51 | 8,95 | 3,25 | 11,1 ml | 7,08 ml | 63,8% |
| 1 | 7,35 | 3,08 | 1,8 | 0 | 2,24 ml | 2,24 ml | 100,0% |
| 2 | 7,29 | 2,86 | 8,1 | 2,75 | 10,1 ml | 6,65 ml | 65,8% |
| 3 | 7,23 | 2,77 | 15 | 9,5 | 18,64 ml | 6,83 ml | 36,6% |
| 4 | 7,3 | 2,83 | 5 | 1,3 | 6,21 ml | 4,60 ml | 74,1% |
| 5 | 7,3 | 2,97 | 4 | 0,5 | 4,97 ml | 4,35 ml | 87,5% |

Tabela 1: pH, Brix e rendimento para cada fermentador.

O grupo de ensaio “Uva” foi concebido pela introdução no sistema de 300 ml de suco de uva, que contém glicose e frutose em sua composição. O grupo “Enc” é de leveduras encapsuladas. Também foram medidas as massas de cada fermentador ao longo do tempo e a velocidade com que as bolhas de dióxido de carbono eram liberadas. Os resultados estão mostrados nos gráficos abaixo:

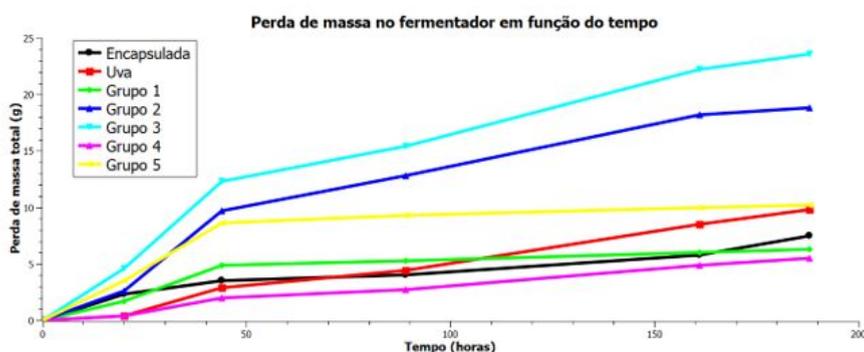


Figura 1: Perda de massa de cada fermentador, devido à liberação de dióxido de carbono, em função do tempo.

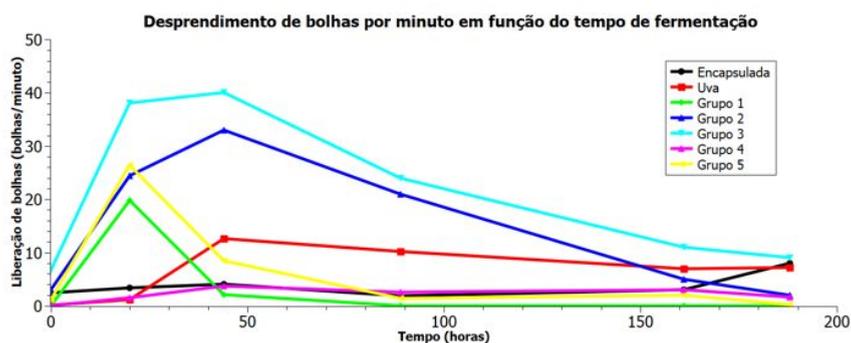


Figura 2: Velocidade de liberação de bolhas de dióxido de carbono em cada fermentador, ao longo do tempo.

O fermentador de uva, inicialmente, apresentou um Brix muito alto, provavelmente, devido à frutose e glicose que existem na uva e no suco de uva que foram adicionados ao sistema. Além disso, o pH do sistema inicial foi muito baixo, provavelmente em razão dos ácidos orgânicos que existem na uva. Dessa forma, tanto o pH baixo, quanto o Brix elevado, contribuíram para um rendimento abaixo desse sistema. Uma alta concentração de açúcares eleva o estresse induzido nas leveduras, reduzindo a viabilidade das leveduras e o crescimento delas, em razão das perturbações no gradiente osmótico que ocorre na membrana plasmática dessas células. Além disso, a faixa de pH mais adequada para a fermentação é entre 4 e 5, e o fermentador de uva estava abaixo disso. Dessa forma, a acidez elevada contribuiu para que as leveduras perdessem nutrientes, como nitrogênio e potássio, se tornando mais sensíveis ao etanol produzido e aos ácidos orgânicos. Isso justifica o rendimento menor desse fermentador.

O sistema encapsulado permaneceu límpido durante todo o experimento, à exceção do último dia, quando provavelmente, o crescimento das leveduras dentro das cápsulas de alginato chegou ao ponto de romper e liberar parte das leveduras no sistema. Além disso, a velocidade de liberação de bolhas do sistema de leveduras encapsuladas foi quase sempre muito baixa, comparada aos outros fermentadores. Assim, comprova-se que o sistema encapsulado facilita a recuperação de leveduras, mas envolve uma cinética de reação muito menor.

Comparando os experimentos 4 e 5, percebe-se que a presença de maior quantidade de levedura inicialmente em 5 contribuiu para uma elevada fermentação, como mostrado na figura 2, pois não só restringe o crescimento de bactérias contaminantes, como da própria levedura. De fato, o rendimento do experimento 5 foi de 87,5% e o do experimento 4 de 74,1%, em relação à produção de etanol em volume. Por outro lado, o elevado teor de levedura exige uma energia de manutenção muito alta, com maior competição pelos nutrientes do meio - minerais, vitaminas - reduzindo a viabilidade do fermento com o tempo.



5. Conclusão

Considerando que o objetivo do experimento era analisar fatores que interferem no processo fermentativo e produção alcoólica a partir de leveduras - como pH, Brix, aparência, variações de massa e a quantidade de bolhas de cada sistema, durante 7 dias, foi possível verificar experimentalmente as condições ótimas para maior rendimento de produção de álcool.

Portanto, a utilização de pH ácido entre 4 e 5 de um Brix e uma quantidade de levedura inicial em valores intermediários são fatores que contribuem para rendimentos maiores na produção de álcool. Além disso, a condição ideal de fermentação depende do interesse de cada situação, pode ser mais interessante economicamente manter as leveduras encapsuladas para sua recuperação;

6. Referências

AGÊNCIA EMBRAPA - http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_105_22122006154841.html. Acesso em 03 de Fevereiro de 2021.

AMORIM, H. V. de. **Fermentação alcoólica, ciência e tecnologia**. Piracicaba: Fermentec, 2005, p. 448.

CARDOSO, Maria das Graças. (Ed.). **Produção de Aguardente de Cana**. 2.ed. Lavras:UFLA, p. 445, 2006.

CHAVES, José Benício. **Cachaça: Capixaba - Um pouco de História: Informações Técnicas Básicas para a Produção de Cachaça Artesanal de Qualidade**, 2006.

FREEMAN, A.; LILLY, M. D. **Effect of processing parameters on the feasibility and operational stability of immobilized viable microbial cells**. Enzyme and Microbial Technology, New York, v. 23, n. 5, p. 335-345, 1998.

MOREIRA, C.S.; SANTOS, M.M.; BARROS, N.S. **Análise dos parâmetros morfofisiológicos de linhagens de leveduras industriais com potencial biotecnológico para a produção de etano**. Ciência e Natura, Santa Maria, v.37, n.4, set-dez, p. 55-63, 2015.