



CONGRESSO BRASILEIRO
DE ENGENHARIA QUÍMICA EM
INICIAÇÃO CIENTÍFICA

21-24 Julho de 2019
Uberlândia/MG



AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE CERVEJA TIPO *LAGER* EM REGIME SEMICONTÍNUO

A. H. M. LÉLIO e P. MARTA

Faculdade Senai Cetiqt
E-mail para contato: leliohall@hotmail.com

RESUMO – A cerveja é uma bebida carbonatada de baixo teor alcoólico preparada a partir da fermentação do mosto de cevada pela espécie *Saccharomyces Cerevisiae*, contendo lúpulo e água, podendo ser utilizado outros cereais fonte de carboidratos como arroz, trigo, milho, aveia e centeio. A bebida chegou ao Brasil em 1808 com a família real portuguesa e atualmente o país é o terceiro maior produtor de cerveja do mundo com uma produção anual de 104 milhões de hectolitros. Há 610 cervejarias registradas e em 2017, foram abertos 91 novos empreendimentos no ramo de cervejarias. Dentre as diversas formas de se conduzir a fermentação, tanto para produção de cerveja quanto de outros alimentos fermentados, a mais utilizada é a batelada tradicional ou descontínua. Esta forma de conduzir a fermentação pode acarretar uma baixa produtividade e perda de rendimento, uma vez que o substrato, em excesso no momento da inoculação do microrganismo, exerce efeitos de inibição e repressão catabólica, além de poder desviar o metabolismo celular a produtos que não são de interesse. Com possibilidade de aumentar o rendimento na produção de cerveja, este trabalho teve como finalidade, avaliar a produtividade alcoólica do processo semicontínuo na fabricação de cerveja do tipo *lager*. A primeira parte do trabalho foi o preparo do mosto cervejeiro, pela técnica de infusão, utilizando apenas malte de cevada. A segunda etapa foi a condução da fermentação através de uma batelada em cortes avaliando-se a produção em etanol, assim como o consumo de carboidratos. De acordo com os resultados, verificou-se que a produtividade volumétrica em etanol da etapa fermentativa após o segundo corte, aumentou 257% em relação a fermentação conduzida antes do primeiro corte.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Mega *et al.* (2011), a produção de cerveja é um processo biotecnológico antigo que começou há pelo menos 6.000 anos. Nas últimas décadas do século 19, o processo produtivo evoluiu consideravelmente, devido ao avanço tecnológico, permitindo a produção de cervejas cada vez melhores. Entretanto, as etapas de produção e as operações unitárias inerentes ao processo não mudaram desde então.

Os trabalhos de Rebello (2009) e Schimidell *et al.* (2001) mencionam que a fermentação alcóolica é a etapa mais demorada de todo processo, juntamente com a maturação pode levar de 4 a 12 semanas e pode ser conduzida de diversas formas, sendo a fermentação descontínua ou batelada tradicional, o método mais usado na produção da

bebida. apesar desse processo possuir baixo custo, devido a sua operação mais simples e baixo risco de contaminação, ele pode reduzir o rendimento e a produtividade devido a inibição por substrato e produto.

Ainda segundo Schmidell *et al.* (2001), uma alternativa para contornar esse problema é o processo em batelada semicontínuo que é realizado em três etapas. A primeira, ocorre exatamente como na batelada tradicional, inoculando o mosto a ser fermentado com a levedura selecionada. Ao final da fermentação, realiza-se a segunda etapa que consiste em retirar uma fração de mosto fermentado do reator. E por fim, na terceira etapa, ocorre o reabastecimento do fermentador com mosto novo, não fermentado. O produto que não foi retirado do fermentador servirá de inóculo para o mosto novo.

2. METODOLOGIA

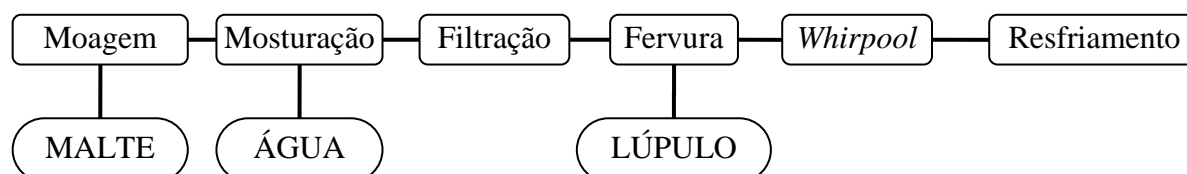
Para a avaliação da fermentação conduzida pelo método semicontínuo, preparou-se 1 litro de cerveja puro malte do estilo *American Lager* de acordo com as etapas mostradas no Diagrama 1 e utilizando as matérias primas mostradas na tabela 1.

Diagrama 1 – Metodologia para o preparo da cerveja



A brassagem é o processo responsável pelo preparo do mosto, ela pode ser realizada de diversas formas a depender dos equipamentos disponíveis. Para o presente trabalho, realizou-se as etapas representadas no diagrama 2.

Diagrama 2 – Metodologia para o preparo do mosto cervejeiro





Para o preparo do mosto utilizou-se os insumos mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 – Insumos utilizados no preparo do mosto cervejeiro

Matéria-prima	Quantidade (kg)
Malte <i>Pale Ale</i>	2
Lúpulo <i>Northern Brewer</i>	0,0082
Lúpulo <i>Saaz</i>	0,0055

A moagem dos grãos foi realizada com moedor de grãos no formato de disco da marca Guzzo. Para a mosturação, utilizou-se uma panela de alumínio com capacidade para 15 litros, onde colocou-se todo o malte dentro de uma bolsa de tecido em infusão utilizando-se 6 litros de água destilada, técnica conhecida como *brew in a bag* (BIAB), como mostrado na figura 5. Com o auxílio de um fogareiro de alta pressão, realizou-se as rampas mostradas na tabela 2.

Figura 2 – Tecido utilizado na técnica *brew in a bag*.





Tabela 2 – Temperaturas usadas na etapa de mosturação e seus respectivos tempos de duração

Temperatura (°C)	Tempo (minutos)
62	90
72	10
78	5

Antes da rampa de inativação das enzimas (78 °C por 5 minutos), realizou-se o teste do iodo para verificar a conversão completa do amido. Em seguida, o cereal foi removido do mosto e aguardou-se a drenagem do líquido. Ao final desta etapa, obteve-se 4 litros de mosto primário com densidade 19,8 graus Plato (°P). Este mosto foi diluído com 3,5 litros de água destilada, obtendo-se 7,5 litros de mosto com densidade 10,9°P antes do início da fervura.

A fervura foi realizada por 60 minutos, após 20 minutos do início, adicionou-se o lúpulo Northern Brewer, faltando 10 minutos para terminar esta etapa, adicionou-se o coagulante Whirfloc, próprio para bebidas e exatamente no término da fervura, adicionou-se o lúpulo Saaz. Ao final desta etapa, obteve-se 3,5 litros de mosto com densidade 17°P que foi armazenado em geladeira. Para o início da fermentação, dilui-se o mosto concentrado para se obter uma concentração em extrato de 12°P.

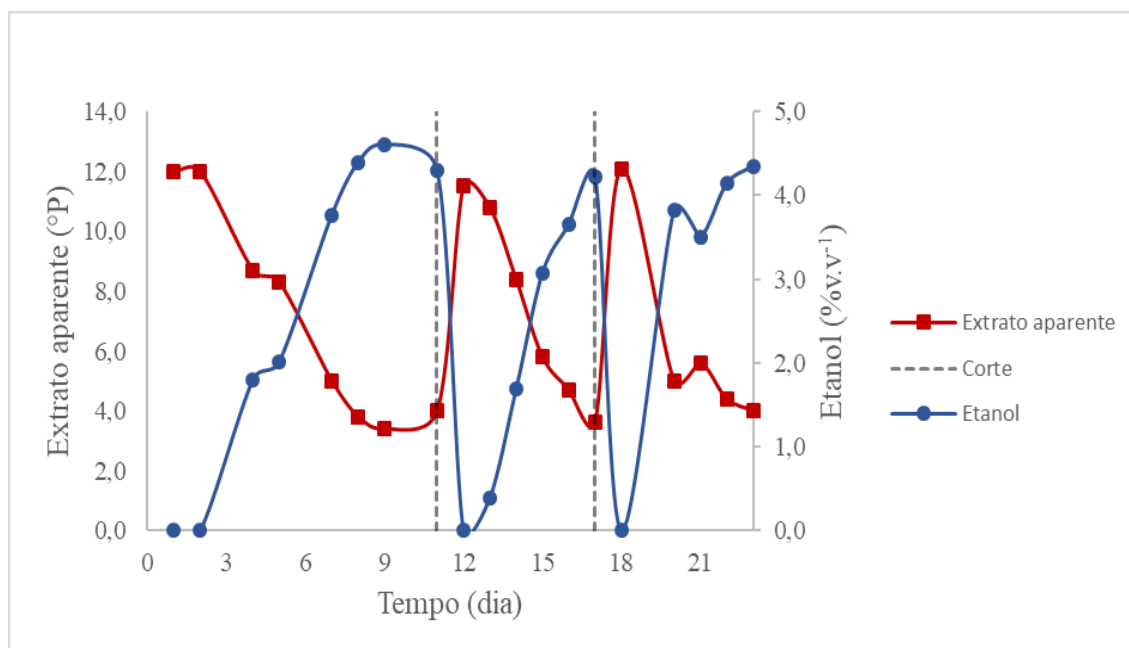
As fermentações foram conduzidas a 12°C no biorreator modelo BIO-TEC-PRO da marca Tecnal e utilizou-se a levedura de cepa W-34/70 da marca *Fermentis*, própria para cerveja de baixa fermentação. E para a medição de etanol utilizou-se o densímetro portátil modelo *EasyDens* da marca Anton Paar. O volume de cerveja retirada em todos os cortes, foi definido com o auxílio da ferramenta “diluição de mosto” disponível no software *Beersmith*. Essa quantidade foi tal que, quando adicionado mosto não fermentado com concentração de extrato igual 17°P, a concentração de extrato no interior do vaso de reação alcançasse, novamente, os 12°P do início da fermentação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O gráfico apresentado na Figura 3 mostra que a primeira etapa do método fermentativo pesquisado neste trabalho não apresentou consumo do extrato disponível no mosto nas primeiras 48 horas de processo, uma vez que o extrato original permaneceu constante a 12°P em duas medições consecutivas. Esse comportamento era esperado, uma vez que esse início é semelhante ao método tradicional de fermentação por batelada descontínua.



Figura 3 – Comportamento do consumo de extrato do mosto durante a fermentação semicontínua na produção de cerveja a partir de um mosto de malte de cevada.

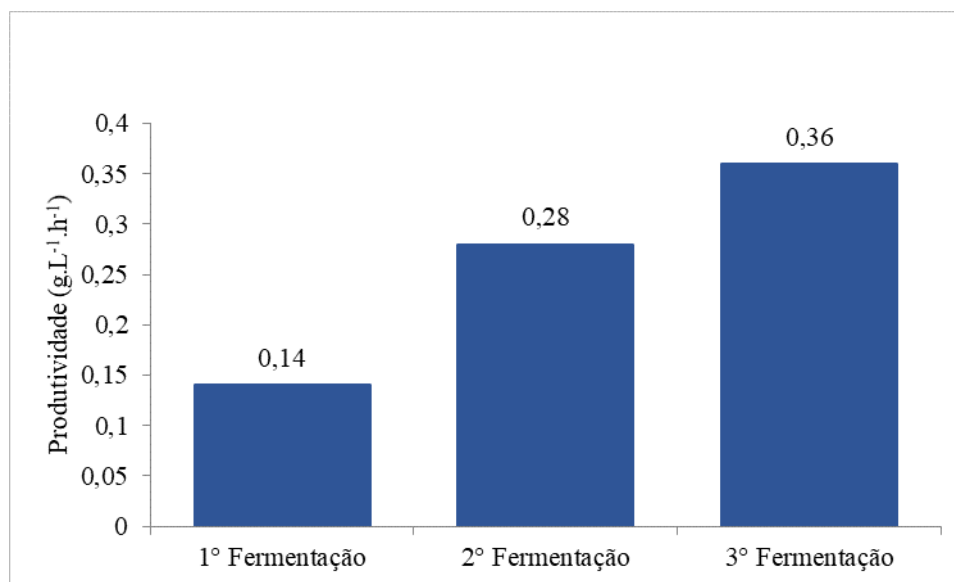


A partir do segundo dia de fermentação, o consumo de extrato se mostrou mais evidente e a fermentação se estabilizou em uma concentração de extrato igual a 4,0°P. Gerando uma atenuação de aproximadamente 66,6% do extrato disponível no mosto, produzindo uma cerveja com teor alcoólico de aproximadamente 4,3% (% v.v⁻¹). Esta etapa durou 10 dias e gerou uma produtividade volumétrica em etanol de 0,14 g.L⁻¹.h⁻¹.

A segunda etapa fermentativa iniciou-se após o primeiro corte e alcançou uma atenuação de 68,7% do extrato disponível em apenas 5 dias, metade do tempo necessário para obter o mesmo resultado na primeira fermentação. Após o primeiro corte, o processo gerou uma cerveja com aproximadamente 4,2% de etanol (% v.v⁻¹) e atingiu uma produtividade volumétrica em etanol de 0,28 g.L⁻¹.h⁻¹, o dobro da produtividade alcançada na primeira etapa.

Após o segundo corte, iniciou-se a terceira fermentação e nas primeiras 24 horas alcançou-se uma atenuação de 58% do extrato disponível. Toda etapa durou 4 dias, produzindo uma cerveja com aproximadamente 4,4% de etanol (% v.v⁻¹) e gerando uma produtividade volumétrica em etanol de 0,36 g.L⁻¹.h⁻¹. Um aumento de 257% quando comparado com a produtividade obtida na primeira fermentação (Figura 4).

Figura 4 – Produtividade volumétrica em etanol em diferentes etapas da fermentação semicontínua para produção de cerveja a partir de um mosto de malte de cevada.



4. CONCLUSÃO

Conclui-se que os primeiros cortes realizados na fermentação semicontínua na produção de cerveja permite obter expressivos ganhos na produtividade volumétrica em etanol. O próximo passo do trabalho é avaliar o limite de cortes possíveis sem afetar a produtividade em etanol.

5. REFERÊNCIAS

- MEGA, J. F.; NEVES, E.; ANDRADE, C. J.; A produção de cerveja no Brasil. *Revista CITINO.*, v. 01, p. 34-42, 2011.
- SCHIMIDELL, W.; LIMA, U. A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W.; *Biotechnologia industrial*. São Paulo: Editora Blucher, 2001.
- REBELLO, F. F. P.; Produção de cerveja. *Revista Agroambiental.*, p.145-155, 2009.