

Centro Paula Souza

ETEC Benedito Storani

Ensino Médio com Habilitação Profissional de Técnico em Química

ANÁLISE DOS PROCESSOS BIOQUÍMICOS DA CERVEJA ARTESANAL

CARLOS EDUARDO PAIVA^a

GUSTAVO ESTIVANELI^b

GUSTAVO PEDRO VERGARAc

PEDRO HENRIQUE GARCIA ALEIXO^d

Orientador:

Prof. George Augusto Manzatto

george.manzatto@etec.sp.gov.br

^a Aluno do Curso Técnico em ENSINO MÉDIO COM HABILITAÇÃO PROFISSIONAL DE TÉCNICO EM QUÍMICA, na Etec Benedito Storani - caduzikanessa@gmail.com

^b Aluno do Curso Técnico em ENSINO MÉDIO COM HABILITAÇÃO PROFISSIONAL DE TÉCNICO EM QUÍMICA, na Etec Benedito Storani - estivaneligustavo@gmail.com

^c Aluno do Curso Técnico em ENSINO MÉDIO COM HABILITAÇÃO PROFISSIONAL DE TÉCNICO EM QUÍMICA, na Etec Benedito Storani - gustavopedrovergara@gmail.com

^d Aluno do Curso Técnico em ENSINO MÉDIO COM HABILITAÇÃO PROFISSIONAL DE TÉCNICO EM QUÍMICA, na Etec Benedito Storani - Pedrohaleixo@gmail.com

Resumo:

O artigo investiga os processos bioquímicos que ocorrem durante a produção de cerveja artesanal e como eles influenciam o teor alcoólico, o pH, o aspecto e o sabor da bebida. O estudo baseia-se em um experimento que produziu dois volumes de cerveja diferenciados pela quantidade de açúcar, obtida por meio da adição de caldo de cana. O caldo de cana foi escolhido como alternativa sustentável para evidenciar o papel das leveduras na fermentação alcoólica, devido à alta produtividade da cana-de-açúcar, uma cultura semiperene que pode ser colhida diversas vezes antes de necessitar replantio. A hipótese central do experimento foi que o açúcar adicionado diminuiria o pH e aumentaria o teor alcoólico da bebida, alterando também suas propriedades sensoriais e físico-químicas. O artigo apresenta detalhadamente o processo de produção da cerveja, incluindo todos os métodos utilizados, e, por fim, expõe os resultados obtidos a partir do experimento.

Palavras-chave: cerveja; fermentação; artesanal; álcool.

1 INTRODUÇÃO

Este artigo tem como objetivo estudar os processos bioquímicos envolvidos na produção de cerveja artesanal e analisar de que forma esses processos podem alterar o teor alcoólico, o pH, o aspecto e o sabor da bebida. Para isso, foi realizado um experimento que consistiu na produção de dois volumes de cerveja artesanal, diferenciados pelos níveis de açúcar, através da adição de um determinado volume de caldo de cana.

O experimento possibilita demonstrar de forma clara processos bioquímicos como a fermentação, evidenciando a influência das leveduras na síntese de álcool. A cana-de-açúcar foi escolhida como ingrediente sustentável para elevar o teor alcoólico, pois é uma cultura que pode ser colhida várias vezes antes de ser replantada, cultivada em larga escala e utilizada como fonte de energia renovável, resultando em menores impactos ambientais.

A hipótese levantada para a realização do experimento foi que a adição de um determinado volume de caldo-de-cana a uma cerveja artesanal resultaria em uma diminuição significativa nos níveis de pH e no aumento no teor alcoólico da bebida. Com base nessa premissa, as pesquisas do projeto foram desenvolvidas com o objetivo de analisar como o processo de fermentação influencia o teor alcoólico, o sabor, a aparência e outros aspectos sensoriais e físico-químicos do produto final.

1.1 Contexto Histórico

A cerveja é uma bebida alcoólica que surgiu na Mesopotâmia por volta de 5.000 a 7.000 a.C., a partir da fermentação acidental de cereais como cevada e trigo ao serem deixados em contato com água num recipiente. Os sumérios, uma das primeiras civilizações da Mesopotâmia, foram os primeiros a documentar a cerveja com o "Hino a Ninkasi", poema que também servia como receita de fabricação da bebida.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 INFLUÊNCIA DA CANA DE AÇÚCAR COMO ADJUNTO CERVEJEIRO

A cana de açúcar pode ser usada como um adjunto cervejeiro, num estudo elaborado por Sleiman, Muris em "Determinação do percentual de malte e adjuntos em cervejas comerciais brasileiras através de análise isotópica.", foram analisadas 161 amostras de cervejas de 17 estados do Brasil, chegando na conclusão que 95,6% usaram malte com adjuntos cervejeiros, e 91,3% desses adjuntos eram derivados de milho ou açúcares de cana.

No processo de fermentação de cerveja as leveduras que são adicionadas após o resfriamento do mosto as leveduras que fazem o processo de fermentação de carboidratos fermentáveis, como a conversão de glicose para etanol e gás carbônico, que dão o gosto sensorial característico da bebida. A adição da cana como adjunto aumenta o volume de açúcares no mosto, que durante a fermentação são convertidos em etanol, portanto é um método prático e barato para o aumento do teor alcoólico na bebida. No trabalho de Fernandes, Erik Flores. "Produção e caracterização de cerveja artesanal com adição de água de coco e caldo de cana.", foi feito um experimento com três volumes de cerveja, cada um com um percentual de caldo de cana adicionado durante o processo de fabricação, 2%, 5% e 10%, respectivamente, usando de métodos físico-químicos para a análise das amostras, foram observadas as diferenças da porcentagem (% v/v) de etanol gerado de cada cerveja, que foram de $3,41 \pm 0,13$, $3,45 \pm 0,27$ e $3,76 \pm 0,40$, respectivamente.

2.3 PROCESSOS DE CRIAÇÃO DE CERVEJA

Malteação: Primeira etapa na produção da cerveja, os grãos de cevada passam por quatro etapas:

Maceração: a cevada é humidificada, quebra a dormência do grão e possibilita o desenvolvimento do embrião

Germinação: possibilita a geração de enzimas e modifica a estrutura do amido

Secagem: ao atingir o ponto desejado é feita a secagem para interromper o processo de germinação

Crivagem: o malte é separado das radículas e dos caulículos (pequenas raízes e caules formados durante a germinação). Para uma germinação homogênea são necessários teores de humidade de 44 - 48% e temperaturas de 14 a 18 graus célsius.

Durante a germinação, enzimas como amilases e proteases são ativadas. Essas enzimas serão responsáveis por quebrar amido → açúcares fermentáveis e proteínas → aminoácidos, essenciais para a fermentação e nutrição da levedura.

Mosturação: nessa etapa os grãos de malte, sob a influência da água quente, passam por uma metamorfose enzimática. Os amidos contidos nos grãos são convertidos em açúcares fermentáveis, dando assim, origem ao mosto.

Na primeira etapa, o malte é moído e misturado com água quente. É neste momento que se cria o ambiente ideal para a atividade enzimática, dando início a quebra dos amidos.

Em seguida vem a etapa de repouso, onde as enzimas realizam seu trabalho de conversão. Os amidos dos grãos são transformados em uma variedade de açúcares, como:

Maltose ($C_{12}H_{22}O_{11}$): dissacarídeo redutor composto de uma molécula de α -D-glicose e outra de β -D-glicose, através de uma ligação O-glicosídica (ligação covalente resultante da reação de condensação entre uma molécula de um carboidrato com um álcool). Ela é o primeiro produto obtido durante a digestão do amido pela beta-amilase, sendo, depois, quebrada e transformada em glicose.

Dextrinas: classe de polissacarídeos de baixo peso molecular, contribuem para o corpo da cerveja

Proteases quebram proteínas → liberam aminoácidos, que nutrem a levedura.

Filtração: separação do líquido açucarado (mosto) das cascas e resíduos sólidos

Fervura: etapa onde o mosto é fervido e o lúpulo é adicionado. Trata-se da fervura do mosto, que será responsável pela esterilização de microrganismos e eliminação de sabores e aromas indesejado. Também é importante pois ajuda a formar a cor da cerveja. Após a fervura é adicionado o lúpulo (*Humulus Lupulus*), na isomerização dos alfa-ácidos do lúpulo os humulones se transformam em iso-humulones, responsáveis pelo amargor da cerveja.

Resfriamento: O mosto quente é resfriado rapidamente para receber as leveduras. O controle da temperatura é essencial para a fermentação.

Fermentação: etapa fundamental onde é adicionada a levedura (*Saccharomyces cerevisiae* ou *S. pastorianus*) é responsável por transformar os açúcares em álcool e CO₂. Existem diferentes tipos de fermentação, entre eles podemos ressaltar:

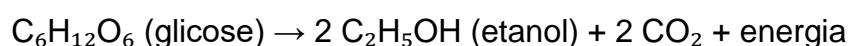
Alta fermentação: também chamadas de fermentação de superfície. Nesse processo a levedura em flocos sobe até a superfície do tanque à medida que o processo avança. Essa fermentação depende da temperatura na qual a cerveja é fermentada e o tipo de fermento usado, a cerveja deve ser fermentada em temperaturas entre 16 e 25 graus, as leveduras utilizadas devem ser do tipo *Saccharomyces cerevisiae*. Essas cervejas possuem aromas frutados e podem ser condimentadas.

Baixa fermentação: na baixa fermentação as leveduras sedimentam no fundo do tanque fermentador, ao contrário da alta fermentação essa ocorre a uma temperatura mais baixa, entre 5 e 10 graus celsius, fazendo com que a levedura trabalhe menos e produza CO₂ mais lentamente. Nessa fermentação é utilizada a levedura *Saccharomyces Pastorianus*.

Fermentação espontânea: também conhecida como fermentação natural, funciona a partir da ação das leveduras selvagens, contidas no ambiente, com a exposição do mosto ao ar livre. Esse é o processo mais lento e arcaico de fermentação, não é utilizado com frequência atualmente.

Fermentação mista: se trata de uma combinação dos tipos de fermentação já citados, se trata da união da fermentação clássica (alta ou baixa) com a utilização de leveduras selvagens.

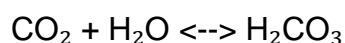
Reação química principal, Fermentação alcoólica (via glicólise):



Maturação: nessa etapa a cerveja é armazenada em baixa temperatura após a fermentação, é necessário aguardar para que a cerveja chegue à densidade ideal no fim da fermentação. É feita a maturação para impedir que as leveduras que ainda estão em atividade continuem gerando CO₂, que pode ocasionar no surgimento de sabores indesejados ou no aumento da pressão da garrafa (risco de explosão). As leveduras continuam atuando, consumindo subprodutos indesejados (como o diacetil, que tem sabor amanteigado). Também ocorrem reações de estabilização de compostos aromáticos (Se utilizados pelo produtor).

Filtração e envase: a cerveja é filtrada, podendo receber carbonatação artificial (injeção de CO₂), ou natural pela própria fermentação da garrafa, já explicada anteriormente. O envase, processo de engarrafar a cerveja no ambiente escolhido, também é realizado. É importante separar a cerveja líquida dos resíduos sólidos (lama) que se formam no topo ou fundo do galão, dependendo do processo de fermentação. A higienização das garrafas também é importante, impedindo a ação de microrganismos indesejados.

Nessa parte da produção ocorrem apenas processos físicos, mas pode haver formação de carbonato ácido em equilíbrio:



2.3 PROPOSTA DE EXPERIMENTO E HIPÓTESES

Para demonstrar a ação da fermentação e a influência do volume de açúcar na fermentação no teor alcoólico final, foi feito um experimento simples, de criação de cerveja artesanalmente, criando dois volumes, um usando apenas extrato de malte e outro usando extrato de malte com a adição de caldo de cana no mosto e levar os dois volumes de cerveja para fermentar com levedura SO4, em seguida analisar a diferença de teor alcoólico e de pH das duas amostras. A hipótese levantada a respeito do experimento e com base nas pesquisas é de que a amostra de cerveja que teve a adição de caldo de açúcar tenha uma diferença de teor alcoólico significativamente maior que a amostra de cerveja que não tem cana adicionada.

2.4 METODOLOGIA DO EXPERIMENTO

Em duas panelas foram adicionados aproximadamente 4 litros de água mineral e ambas levadas para aquecerem em um fogão. Esperou-se até que a água chegasse próximo do ponto de ebulição e foi adicionado aproximadamente 300g de extrato de malte seco em cada recipiente e cerca de 700ml de caldo de cana fresco na segunda panela e foi agitando lentamente os dois mostos até o fim da fervura. Em seguida, os dois mostos foram levados para dois galões de plástico separadamente, e foi adicionado 25g de lúpulo e 5,75g de fermento SO4 em cada galão e ambas foram levadas para repouso em um ambiente escuro à temperatura ambiente, esperando 4 dias depois dessa etapa, os dois galões foram levados para um freezer isolados à cerca de 3-5°C e deixou as duas cervejas em repouso por 4 semanas.

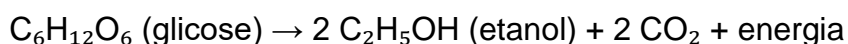
Duas amostras de cada cerveja foram levadas para um laboratório e todos os resíduos em suspensão foram filtrados por meio de um sistema de filtração simples, em seguida as suas amostras filtradas foram levadas à análise, primeiramente, com o auxílio de um refratômetro específico para a medição de teor alcoólico (%v/v) foram analisados o teor alcoólico de cada amostra, em seguida com o auxílio de um pHmetro foram analisados o valor do pH de cada cerveja e foram anotados os resultados obtidos.

2.5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Segue os resultados de teor alcoólico e pH de cada amostra de cerveja:

| | Cerveja sem Cana | Cerveja com Cana |
|-----------------------|------------------|------------------|
| Teor Alcoólico | ±7,5% | ±8,5% |
| pH | 4,83 | 4,70 |

Percebe-se o aumento considerável do teor alcoólico da amostra de cerveja com cana adicionada, ocasionada pela adição de carboidratos adicionais que participaram da fermentação juntamente com o extrato de malte, formando mais etanol fermentado. O teor alcoólico de aproximadamente 8,5%v/v mostra um teor consideravelmente maior que o padrão das cervejas que é comumente consumida, que é entre 4,5% a 6%.



Percebe-se também o meio mais ácido da cerveja com cana, por conta da maior atividade das leveduras, ocorrendo maior formação de ácidos, tendo uma maior acidificação do meio. O padrão de pH de cervejas para o consumo é entorno de 3 a 5,5 de pH, portanto ambas as amostras estão dentro do padrão de pH.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS OU CONCLUSÃO

O experimento realizado demonstrou de forma clara que a adição de cana-de-açúcar ao mosto durante o processo de fermentação da cerveja artesanal foi capaz de influenciar significativamente diversos parâmetros físico-químicos e sensoriais da bebida. Dentre os efeitos observados, destacou-se a diminuição do pH e o aumento do teor alcoólico da cerveja, indicando que a presença do açúcar adicional favoreceu uma maior atividade fermentativa por parte das leveduras. Também foram notadas alterações sensoriais importantes, como modificações no sabor, no aroma, na coloração e na textura da bebida. Essas alterações reforçam a ideia de que a composição do mosto, incluindo os tipos e quantidades de adjuntos adicionados, tem um impacto direto sobre o perfil final da cerveja. Com base nos resultados obtidos, conclui-se que a utilização de determinados adjuntos cervejeiros, como a cana-de-açúcar, pode ser uma estratégia eficiente para a manipulação intencional

das propriedades da cerveja, permitindo ao produtor artesanal desenvolver produtos com perfis sensoriais diferenciados e adaptados.

REFERÊNCIAS

AMARAL, S. **Assinatura mais antiga da história pode ter sido descoberta.** Disponível em: <<https://olhardigital.com.br/2025/04/24/ciencia-e-espaco/assinatura-mais-antiga-da-historia-pode-ter-sido-descoberta/>>. Acesso em: 31 out. 2025.

ENSINE, Comunicação. **Como fazer cerveja em casa: guia completo para iniciantes.** Disponível em: <<https://ensin-e.edu.br/como-fazer-cerveja-em-casa/>>. Acesso em: 31 out. 2025.

Fernandes, Erik Flores. **Produção e caracterização de cerveja artesanal com adição de água de coco e caldo de cana.**

Guimarães, R. R. **A Química da Cerveja Química e Sociedade.**
<https://doi.org/10.5935/0104-8899.20150030>

SLEIMAN, Muris et al. **Determinação do percentual de malte e adjuntos em cervejas comerciais brasileiras através de análise isotópica.** Ciência e Agrotecnologia, v. 34, n. 1, p. 163–172, 2010.