



**FABRICAÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL UTILIZANDO O
AÇÚCAR DA BETERRABA**

JAMMYS ASSIS DE LIMA

RA 001201601086

Bragança Paulista

2021

UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO

Engenharia Química

**FABRICAÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL UTILIZANDO O
AÇÚCAR DA BETERRABA**

Trabalho de conclusão do curso de
Engenharia Química da Universidade
São Francisco, para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Química.

Orientador: Prof. Raphael Ribeiro Cruz
Santos

JAMMYS ASSIS DE LIMA

Bragança Paulista

2021

RESUMO

A cerveja é uma bebida alcoólica obtida por fermentação dos açúcares do malte mediante leveduras selecionadas. A beterraba é uma hortaliça rica em açúcar e nutrientes e uma ótima opção para as pessoas que tem intolerância ao glúten, pois o mesmo não existe na sua composição. O glúten é uma proteína insolúvel que está presente nos cereais, normalmente na cevada. A doença celíaca (DC) é uma intolerância provocada pela ingestão de glúten que se manifesta em indivíduos geneticamente suscetíveis. O objetivo deste trabalho é a produção de uma cerveja utilizando o açúcar da beterraba. Serão realizados, de forma experimental, alguns ensaios para verificação se é possível sua produção.

Palavras-chave: beterraba, glúten, cerveja

ABSTRACT

Beer is an alcoholic beverage obtained by fermenting malt sugars using selected yeasts. Beetroot is a vegetable rich in sugar and nutrients and a great option for people who have gluten intolerance, as it does not exist in its composition. Gluten is an insoluble protein that is present in cereals, usually barley. Celiac disease (CD) is an intolerance caused by the ingestion of gluten that manifests itself in genetically sensitive individuals. The objective of this work is the production of a beer using beet sugar. Experimental tests will be carried out to verify whether its production is possible.

Keywords: beetroot, gluten, beer

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Dependência da atividade enzimática com a temperatura e o pH	11
Figura 2	Lúpulo: a) Cultivo da planta; b) Flor de lúpulo; c) Estrutura da flor	17
Figura 3	Estrutura Química da Amilose e Amilopectina	21
Figura 4	Influência pH e da temperatura na atividade da enzima	27
Figura 5	Fluxograma do processo utilizado para elaboração das cervejas	28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA – Aminoácido

a.C. – Antes de Cristo

APC – Associação Portuguesa de Celíacos °C – Graus Celsius

DC – Doença Celíaca

DIG – Dieta Isenta de Glúten

EBC - European Brewery Convention *EMA – Epithelial Membrane Antigen*

EPAL – Empresa Portuguesa de Águas Livres

FAN – Free Amino Nitrogen

HLA – Human Leukocyte

H/C – Razão entre os átomos de Hidrogénio e Carbono

IBU – Internacional Bitterness Unit

SCC – Sociedade Central de Cervejas e Bebidas, S.A. TG – Temperatura de Gelatinização

TTG – Tissue Transglutaminase

UA – Unidades de Aroma (v/v) – Volume por volume (w/w) – Peso por peso *WK – Windisch- Kolbach*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. OBJETIVOS	9
2.1. Objetivo Geral.....	9
2.2. Objetivo Específico	9
3. MATERIAIS.....	9
3.1. Envase.....	9
3.2. Reagentes	9
3.3. Materiais	9
4. MÉTODO	10
4.1. Elaboração da Cerveja	10
4.2. Moagem do Malte	11
4.3. Mostura.....	11
4.4. Fervura	12
4.5. Fermentação	13
4.6. Maturação.....	13
4.7. Priming e Envase	14
4.7.1. Priming na Garrafa.....	14
5. RESULTADO	15
6. CONCLUSÃO	16
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17

1. INTRODUÇÃO

Alimentos funcionais, por definição, fazem parte da dieta humana, diminuem o risco de doenças crônicas e proporcionam benefícios à saúde, além dos proporcionados por uma nutrição balanceada. Os alimentos funcionais podem ser: (i) alimentos contendo naturalmente substâncias bioativas (como a fibra alimentar), (ii) alimentos com suplemento de substâncias bioativas (como probióticos, antioxidantes...), (iii) alimentos convencionais com introdução de compostos derivados de alimentos (como prebióticos). Alimentos funcionais devem ter uma perspectiva inovadora e não têm característica de medicamento, portanto, devem fazer parte da dieta.

Verifica-se, atualmente que, em contraste com os antigos conceitos de sabor, paladar e qualidade nutricional, a tecnologia está sendo utilizada para desenvolver produtos com diferentes atributos e muita importância tem sido dada aos benefícios funcionais e terapêuticos que um produto pode oferecer aos consumidores.

A cerveja é um produto elaborado a partir de malte lúpulo matérias-primas naturais que contém diversos aspectos benéficos à saúde. É essencialmente livre de gorduras e possui ampla gama de carboidratos, como as dextrinas, de cadeias ramificadas e lineares, que chegam ao intestino e contribuem com fibras solúveis. A cerveja também possui aminoácidos e antioxidantes, sendo que estudos anteriores informam que contém a mesma ordem de grandeza para as concentrações de antioxidantes em cervejas, sucos, chás, vinhos. Além de ser uma fonte valiosa de vitaminas e polifenóis, também o único alimento que contém lúpulo, uma flor que contém na sua composição os constituintes mais importantes que são os flavonoides e a lupulina, que por sua vez podem ter propriedades terapêuticas para as pessoas que a ingerirem.

Nas últimas décadas, estudos comprovaram que o consumo bem moderado de bebidas alcoólicas é benéfico à saúde. O álcool atua como agente antioxidante melhora o colesterol HDL e colabora com a coagulação sanguínea, justificando o seu efeito na redução do risco de doenças cardiovasculares. Além do álcool, há outros componentes na cerveja que têm efeitos em uma matriz alcoólica, como os polifenóis, que também podem ser auxiliares na prevenção de doenças coronárias. As cervejas, portanto, são bases bem promissoras para o desenvolvimento de bebidas funcionais e portanto produtos com atividade farmacodinâmica bem específicas.

Dentre as matérias-primas existentes para o desenvolvimento de uma cerveja com efeitos positivos à saúde, pretende-se utilizar a beterraba destacando-se por possuírem compostos funcionais, como carotenoides. A beterraba é consumida por aproximadamente 500 milhões de pessoas e cultivada em mais de 102 países, devido às suas raízes ricas em amido. Atualmente, é explorada principalmente como alimento e ração animal em países tropicais e em países desenvolvidos.

O grão de trigo é outra matéria-prima que temos que observar ao elaborar uma cerveja bioativa. Esse pseudocereal tem sido investigado como alimento funcional, constituindo uma fonte rica em amido e outros compostos bioativos, como proteínas, substâncias antioxidantes e fibra alimentar. A beterraba e o trigo sarraceno são livres de glúten, que é a proteína responsável por causar uma das intolerâncias alimentares mais comuns do ser humano. Alimentos livres de glúten têm sido consumidos não só por pessoas com intolerância ao glúten, mas também como uma alternativa saudável para quem não é intolerante.

A demanda por alimentos livres de glúten não se deve somente ao aumento de pacientes celíacos diagnosticados, que tem como único tratamento a adoção de uma dieta livre de glúten, mas também à recente tendência de redução de consumo de glúten em dieta de pessoas saudáveis.

Este trabalho visa o desenvolvimento de uma cerveja, fabricada com base no açúcar proveniente da beterraba, com características bioativas, onde a mesma poderá ser apreciada pelo público portador da doença celíaca por ser livre de glúten e por todos como fonte de nutrientes.

2. Objetivos

2.1. Objetivo Geral

Produzir cerveja artesanalmente, utilizando a ortalisa beterraba, com diferentes concentrações e avaliando a quantidade de açúcar e teor alcoólico para padronizar uma bebida agradável ao paladar e aceitável a pessoas com intolerância ao glúten.

2.2. Objetivos Específicos

- Avaliar a eficiência na extração de açúcares do malte durante a brassagem.
- Estimar o percentual aproximado de álcool.
- Analisar a atenuação do mosto durante a fermentação.

3. Materiais

3.1 Matéria Prima para a Elaboração da cerveja

- Malte Pilsen origem nacional. Cor: 3 a 4 EBC
- Beterraba origem nacional.
- Lúpulo Nugget origem da Alemanha classificação amargor A. Alfa:11,5%
- Lúpulo Cascade origem EUA classificação Aroma A. Alfa:5,80%
- Levedura Safale US-05

3.2 Reagentes

- Iodo 2%

3.3 Materiais

- Caldeirão de 15L com o fundo falso
- Caldeirão de 20L

- Colher de 1 metro
- Termômetro alimentício
- Chiller de resfriamento
- Seringa
- Tubo de enchimento
- Peneira
- Bomba e recirculação
- Balde com tampa de 20L
- Garrafa de vidro
- Tampinha para garrafa
- Moedor de rolos
- Master plus

4. Método

4.1. Elaboração da Cerveja

Para a elaboração da cerveja foram utilizadas as seguintes quantidades dos ingredientes.

Tabela 1: Ingredientes e quantidades

Matéria Prima	Quantidade
Malte Pilsen	3,6kg
Beterraba	8,4kg
Lúpulo Cascade	10g
Lúpulo Nugget	10g
Levedura Safale US-05	11,5g
Água	30lt

Fonte: Elaborada pelo autor (2021)

4.2. Moagem do Malte

Para que o malte cumpra suas funções na produção de cerveja caseira, é necessário moê-lo. Moer neste caso não é triturar e sim deixar de uma forma que a casca do grão permaneça o mais íntegra possível e o seu núcleo seja exposto da melhor maneira.

Para o moinho de rolos consideramos como melhor medida para sua separação a de (1,3mm), pois nos entrega o desejado. O objetivo para manter as cascas e os grãos íntactos é que servira de filtro no final do processo de mosturação a camada de grãos formada no fundo da panela permite que o mosto seja filtrado e levado para a fervura mais limpo. Além de ter uma cerveja mais límpida, o rendimento da produção é maior por ter menos descarte de sujeira ao final da fervura. Com a beterraba foi feito o processo de tritura, com o intuito de aumentar a área de contato com a água e assim obter um processo de extração dos açúcares e das proteínas mais eficiente.

4.3. Mostura

A mostura nada mais é do que o cozimento do malte para extrair os açúcares necessários para a fermentação da cerveja. Nesta etapa exige-se que seja feito o controle da temperatura, visando uma melhor extração dos açúcares do malte.

Durante a mostura o malte é hidratado e as enzimas presentes nele são ativadas. Com a ativação destas enzimas, o amido pode ser convertido em açúcares fermentáveis e as proteínas em nutrientes. Porém, as enzimas necessárias para a conversão somente são ativadas diante de temperaturas pré-determinadas. Por isso precisamos do controle de temperatura. O amido, por si só, não é algo “fermentável”. Em outras palavras, o fermento não consegue digerir o amido. Então precisamos convertê-lo em açúcares fermentáveis, ou, digeríveis pelo fermento.

Tabela 2: Informações de Enzimas

Enzima	Faixa ideal de Temperatura	Faixa de pH	Função da Enzima
Peptidase	45 - 55°C	4,6 – 5,3	Produzir maior quantidade de proteínas solúveis no mosto
Protase	45 - 55°C	4,6 – 5,3	Quebra de proteína que geram turvação da cerveja
Beta Amylase	55 – 65°C	5,0 – 5,5	Produz maltose
Alpha amylase	68 – 72°C	5,3 – 5,7	Produz açúcares diversos, incluindo maltose

Fonte: How ToBrew

Para iniciar o processo de mostura, coloca-se aproximadamente 10L de água sem cloro no caldeirão com o fundo falso, aqueça a água até a temperatura da primeira rampa 47°C. Adicionar o malte e a beterraba no caldeirão e não mexer, apenas recircular com a bomba cada vez que precisar ligar a chama, manter a temperatura durante 20 minutos, após o termino da primeira rampa aumentar a temperatura até 57°C por mais 20 minutos para iniciar a segunda rampa com o mesmo procedimento da primeira, após o termino da segunda rampa aumentar a temperatura para 66°C por 50 minutos para iniciar a terceira rampa, durante este período aquecer 15L de água a temperatura de 76°C para a lavagem dos grão, após o termino da terceira rampa elevar a temperatura até 76°C para a desativação das enzimas. Retirar o mosto pela torneira do caldeirão e iniciar a lavagem dos grãos com a bomba e a água aquecida.

Faz-se o teste do iodo 2% para ter certeza que todo o amido foi transformado em açúcares fermentáveis, coloca-se 2 gotas do mosto em uma placa de toque em seguida coloca-se 1 gota de iodo se a coloração ficar clara todo o amido foi transformado.

4.4. Fervura

Após transferir todo o mosto para o caldeirão de 20L, inicia-se a fervura, é necessária para o desenvolvimento de sabores da cerveja e também para ajudar na coagulação de proteínas. Durante a fervura iremos adicionar os lúpulos, que irão conferir amargor, sabor e aroma a sua cerveja.

Assim que mosto começar a ferver de forma vigorosa, retire com a peneira a

espuma mais densa que irá formar.



Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

Após 10 minutos do início da fervura adicionar o lúpulo de amargor, quando estiver faltando 15 minutos para o termino colocar o chiller para o resfriamento do mosto ele será esterilizado pelo próprio mosto, também adicionar o lúpulo de aroma.

Após o termino da fervura faça movimentos circulares com a colher formando um redemoinho, para que as partículas sólidas presentes sejam direcionadas para o centro do cedeirão assim evitando que elas sejam levadas para o fermentador. A etapa do resfriamento é muito importante pois como temos muitos açúcares no mosto o risco de contaminação por microrganismos e outras leveduras é muito alto. Com o mosto resfriado transfere-se para o tanque fermentador.

4.5. Fermentação

Quando estiver fazendo a transferência para o fermentador deixe cair de uma certa altura dentro do fermentador para fazer a aeração do mosto (oxigenação). Adicione o fermento ao mosto e tampe o fermentador, deixe o fermento trabalhar por 7 dias a temperatura 20°C.

4.6. Maturação

A maturação tem diversas finalidades: sedimentação das leveduras ainda em suspensão, formação e precipitação da turbidez a frio, ajuste nos aromas, saturação do CO₂. Então resfriaremos o fermentador a uma temperatura de 10°C por aproximadamente 7 dias.

4.7. Priming e Envase

4.7.1 Priming na Garrafa

Verifica-se quanto de cerveja tem no fermentador, então faz-se o cálculo de 7g/L de açúcar no volume total. 20L de cerveja quer-se colocar 7g/L.

$$7g/L * (20L/7g) = 140g \text{ quantidade de açúcar}$$

Para fazer a solução do priming usa-se a proporção de 1 para 1.

Ferve-se a solução até dissolver todo o açúcar, utilizando uma seringa coloca-se 5ml da solução na garrafa e envaza-se a cerveja utilizando o tubo de enchimento.



Após o envase deixa-se a cerveja carbonizar por mais 15 dias longe da luz solar e está pronta sua cerveja.

5. Resultado

Teste com iodo, para verificar se todo o amido foi convertido em açúcares fermentáveis, como o iodo manteve uma coloração clara foi comprovado que todo o amido foi convertido.



FOTO: próprio autor (2021)

Tabela elaborada para demonstrar o trabalho do fermento em transformar os açúcares em álcool, através da densidade do mosto quando está fermentando. Medido duas vezes por dia no período de 7 dias.

Tabela 3: Densidades com temperatura constante de 24°C

Dias da semana	Densidade às 6h	Densidade às 20h	Diferença de Densidade
Segunda-feira	1.046,6	1.046,4	0,2
Terça-feira	1.045,2	1.036,7	8,5
Quarta-feira	1.021,3	1.019,5	1,8
Quinta-feira	1.018,6	1.017,4	1,2
Sexta-feira	1.016,9	1.016,5	0,4
Sábado	1.016,2	1.016,0	0,2
Domingo	1.016,0	1.015,9	0,1

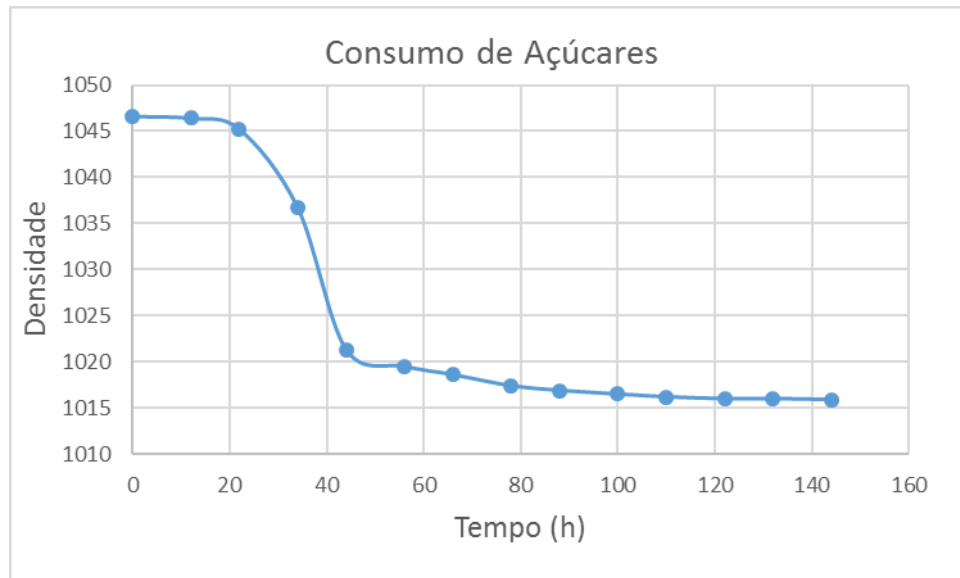
Fonte: autor (2021)

O Gráfico 1 demonstra o consumo dos açúcares ao longo do tempo, onde o fermento tem uma atividade maior no início da fermentação e ao longo do tempo, com a diminuição dos açúcares suas atividades irão diminuindo até seu consumo total e com isso a densidade não muda mais. Com a densidade inicial e a final e possível

determinar o teor alcoólico aproximado.

OG – FG * 131

1046,9 - 1015,6 * 131 = 4100,3 aproximadamente 4%



Fonte: próprio autor (2021)

6. Conclusão

O presente trabalho foi desenvolvido com o propósito de verificar a possibilidade da fabricação de uma cerveja alternativa com o intuito de se atingir o público em geral, e também o público com intolerância ao glúten.

Um dos pontos mais importantes deste tipo de processo é a maturação pois é nesta etapa que se consegue hidrolisar o amido, etapa principal no processo para a produção de açúcares fermentáveis, através das proteínas α -amilase e β -amilase.

Como resultado do presente trabalho é demonstrada a possibilidade de elaborar uma cerveja com a hortalíça beterraba. Outros estudos são necessários para determinar a aceitabilidade do produto frente ao consumidor, bem como a biodisponibilidade desses compostos e seus possíveis efeitos à saúde.

7. Referências

AISSA, A. F.; BIANCHI, M. L. P.; et al. Comparative study of β -carotene and microencapsulated β -carotene: Evaluation of their genotoxic and antigenotoxic effects. **Food and Chemical Toxicology**, v. 50, p. 1418–1424, 2012.

AL-SHERAJI, S. H.; ISMAIL, A.; et al. Prebiotics as functional foods: A review. **Journal of functional foods**, v. 5, p. 1542 – 1553, 2013.

ALVAREZ-JUBETE, L.; WIJNGAARD, H.; et al. Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa, buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking. **Food Chemistry**, v. 119, p. 770 - 778, 2010.

AMBRÓSIO, C.L.B., CAMPOS, F.A.C.S., FARO, Z.P. Carotenoides como alternativa contra hipovitaminose A. **Revista de Nutrição**, v. 19, p. 233-243, 2006.

ANNEMÜLLER, G.; MANGER, H. J. **Processing of various adjuncts in beer production**. Alemanha: VLB Berlin, 2013, 163 p.

ANNEMÜLLER, G.; MANGER, H. J.; LIETZ, P. **The yeast in the Brewery**. Alemanha: VLB Berlin, 2011, 440 p.

ASBC (The American Society of Brewing Chemists). **Methods of Analysis**. U.S.A: American Society of Brewing Chemists, 2009.

BACHAR, M.; RAIMANN, J. G.; KOTANKO, P. Impulsive mathematical modeling of ascorbic acid metabolism in healthy subjects. **Journal of Theoretical Biology**, v. 392, p. 35–47, 2016.

BAGHURST, K. I.; et al. Dietary fibre, non-starch polysaccharides and resistant starch – a review. **Food Australia**, v. 48, n. 3, p. 3-35, 1996.

BAIANO, A.; TERRACONE, C. Physico-Chemical Indices, Iso- α -Acid, Phenolic Contents and Antioxidant Activity of Commercial Beers. **Journal of Food Research**, v. 2, n. 4, p. 107-120, 2013.

BAMFORTH, C.W. Nutritional aspects of beer—a review. **Nutrition Research**, v. 22, p. 227-237, 2002.

BAMFORTH, C. W. **Beer: Health and Nutrition**. Oxford: Blackwell Science Ltd, 2004.

184 p.p. BAMFORTH, C. W. **Brewing: New technologies**. Florida: CRC Press LLC, 2006.

484 BAMFORTH, C.W. Current perspectives on the role of enzymes in brewing. **Journal of Cereal Science**, v. 50, p. 353–357, 2009.

BARBERIS, A.; SPISSU, Y.; FADDA, A.; et al. Simultaneous amperometric detection of ascorbic acid and antioxidant capacity in orange, blueberry and kiwi juice, by a telemetric

system coupled with a fullerene- or nanotubes-modified ascorbate subtractive biosensor.

Biosensors and Bioelectronics, v. 67, p. 214–223, 2015.

BAUER, J.; WALKER, C.; et al. Of pseudocereals and roasted rice, the quest for gluten-free brewing materials. **The Brewer and Distiller**, v. 4, p. 24-26, 2005.

BONE, R. A.; LANDRUM, J. T.; MAYNE, S. T.; et al. Macular pigment in donor eyes with and without AMD: a case-control study. **Investigative Ophthalmology & Visual Science**, v. 42, p. 235–240, 2001.

BOON, C. S.; MCCLEMENTS, D. J.; et al. Factors Influencing the Chemical Stability of Carotenoids in Foods. **Food Science and Nutrition**, v. 50, p. 515–532, 2010.

BOOYSE, F.M.; PAN, W.; GRENETT, H. E.; et al. Mechanism by which alcohol and wine polyphenols affect coronary heart disease risk. **Ann. Epidemiol.**, v. 17, p. S24–

S31, 2007.

BOTELHO, S G. Avaliação da Bioacessibilidade de β -Caroteno em Raízes de Mandioca Amarela (*Manihotesculenta*Crantz) Melhorada In natura e o Efeito do