
Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani

Trabalho de Graduação

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA “PAULA SOUZA”

FACULDADE NILO DE STÉFANI DE JABOTICABAL - SP (Fatec-JB)

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM BIOCOMBUSTÍVEIS

CERVEJA ARTESANAL BELGIAN PALE ALE COM BETERRABA

LUCAS GABRIEL ASSIS ALBERNAZ

ORIENTADORA PROFA. DRA. MARIA BENINCASA VIDOTTI

JABOTICABAL, S.P.

2023

LUCAS GABRIEL ASSIS ALBERNAZ

CERVEJA ARTESANAL BELGIAN PALE ALE COM BETERRABA

Trabalho de graduação (TG) apresentado à Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB), como parte dos requisitos para a obtenção do título de Tecnólogo em **Biocombustíveis**.

Orientadora: Profa. **Dra. Maria Benincasa Vidotti**

JABOTICABAL, S.P.

2023

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

ALBERNAZ, Lucas

Cerveja artesanal Belgian pale ale com Beterraba / Lucas Gabriel Assis
Albernaz.— Jaboticabal: Fatec Nilo de Stéfani, 2023.

Orientador: Profa. Dra. Maria Benincasa Vidotti.

Trabalho (graduação) – Apresentado ao Curso de Tecnologia em
Biocombustíveis, Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani - Jaboticabal,
2023 de conclusão do curso.

1. Processo cervejeiro. 2. *Saccharomyces cerevisiae*. 3 Insumos. I.
VIDOTII, Maria. II. Cerveja com Beterraba.

LUCAS GABRIEL ASSIS ALBERNAZ

CERVEJA ARTESANAL BELGIAN PALE ALE COM BETERRABA

Trabalho de Graduação (TG) apresentado à Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB), como parte dos requisitos para a obtenção do título de Tecnólogo em **Biocombustíveis**.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Benincasa Vidotti.

Data da apresentação e aprovação: 13 de Junho de 2023.

MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA

Presidente e Orientador: Profa. Dra. Maria Benincasa Vidotti.

Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB)

Segundo membro da banca examinadora: Prof. Dr. Leonardo Lucas Madaleno.

Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB)

Terceiro membro da banca examinadora: Prof. Dr. Claudenir Facincani Franco

Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB)

Local: Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB)

Jaboticabal – SP – Brasil

Dedico este trabalho de conclusão de curso à minha orientadora, Maria, que me guiou com sabedoria e paciência durante toda a jornada acadêmica. Também dedico à minha família, em especial aos meus pais e irmão, que sempre me apoiaram incondicionalmente em todas as decisões e desafios da vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha orientadora, Mestra Maria Benincasa, pela dedicação e orientação durante todo o processo de elaboração deste trabalho. Aos mestres Claudenir e Leonardo, membros da bancada examinadora, pelo tempo e esforço dedicados à avaliação deste trabalho. Também gostaria de agradecer aos mestres Júlio e Wagner, suplentes da banca examinadora, pela disponibilidade em participar deste trabalho.

Também quero agradecer aos meus pais pelo apoio incondicional durante toda a minha jornada acadêmica, sem o qual eu não teria chegado até aqui.

Por fim, agradeço à Fatec Nilo de Stefani Jaboticabal pelo suporte e estrutura oferecidos durante o curso de Tecnologia em Biocombustíveis, que me proporcionou a oportunidade de adquirir conhecimentos e habilidades fundamentais para a elaboração deste trabalho. Além disso, agradeço a todos os professores e colegas do curso de Tecnologia em Biocombustível por compartilharem suas experiências e aprendizados, que enriqueceram minha formação pessoal e profissional. Sem dúvida, essa pesquisa não teria sido possível sem a colaboração e apoio dessas pessoas.

A todos vocês, o meu muito obrigado!

A cerveja artesanal é uma mistura de ciência e arte, e a adição de beterraba à Belgian Pale Ale adiciona um toque de criatividade e sabor único a essa tradicional cerveja belga.

ALBERNAZ, Lucas. cerveja artesanal Belgian pale ale com beterraba. Trabalho de Graduação. Centro Estadual de Educação Tecnológica “Paula Souza”. Faculdade de Tecnologia de Jaboticabal. 53 páginas totais. 2023.

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo produzir uma cerveja artesanal no estilo Belgian Pale Ale adicionando beterraba ralada. Foram utilizados equipamentos em escala de bancada e matéria prima para cerveja, adquiridas em lojas online. O projeto foi desenvolvido em 7 etapas sendo, brasagem, fervura, resfriamento, fermentação, primming e envase. A cerveja foi submetida a análises de pH, Brix e sensoriais, como odor, paladar e aparência. A beterraba se mostrou uma excelente alternativa para produção de cerveja no estilo Belgian Pale Ale, além de agregar no sabor, as características sensoriais foram bem compatíveis com a da cerveja artesanal, resultando numa combinação bem interessante.

Palavras-chave: *Processo cervejeiro, Saccharomyces cerevisiae, Insumos.*

ALBERNAZ, Lucas. Homemade Belgian pale ale craft beer with beetroot. Trabalho de Graduação. Centro Estadual de Educação Tecnológica “Paula Souza”. Faculdade de Tecnologia de Jaboticabal. 53 páginas totais. 2023.

ABSTRACT

The present study aimed to produce a craft beer in the Belgian Pale Ale style by adding grated beetroot. Bench-scale equipment and raw material for beer, purchased from online stores, were used. The project was developed in 7 stages: brazing, boiling, cooling, fermentation, priming and bottling. The beer was analyzed for pH, Brix and sensory analysis, such as odor, taste and appearance. Beetroot proved to be an excellent alternative for producing beer in the Belgian Pale Ale style, in addition to adding flavor, the sensory characteristics were very compatible with craft beer, produced in a very interesting combination.

Keywords: *Brewing process, Saccharomyces cerevisiae, Inputs.*

LISTA DE FOTOS

Foto 1 – Lúpulo 14g (Let It Brew).	25
Foto 2 - Malte melano 200g (Let It Brew).	25
Foto 3 - Malte munich 400g (Let It Brew).	26
Foto 4 - Malte pilsen agraria Kg (Let It Brew).	26
Foto 5 - Fermento S-05 23g (Let It Brew).	27
Foto 6 - Beterraba ralada 1,2 Kg.	27
Foto 7 - Panela de 20l (Let It Brew).	28
Foto 8 – Tecido BiaB (Let It Brew).	28
Foto 9 - Fogão de 1 boca (Estilofer)	29
Foto 10 – Termômetro (Clink).	29
Foto 11 – pHmetro (Henniu).	30
Foto 12 - Teste de iodo 2% (Let It Brew).	30
Foto 13 – Pipeta (Let It Brew).	31
Foto 14 – Refratômetro (Soonda).	31
Foto 15 – Serpentina (Let It Brew).	32
Foto 16 - Colher de alumínio (Let It Brew).	32
Foto 17 - – freezer (Consul).	33
Foto 18 – Fermentador (Let It Brew).	33
Foto 19 – Densímetro (Let It Brew).	34
Foto 20 – Proveta (Let It Brew).	34
Foto 21 - Orlock (Let It Brew).	35
Foto 22 – Garrafa de vidro 600 ml âmbar (Let It Brew).	35
Foto 23 - Sanitizador de garrafa (Let It Brew).	36
Foto 24 – Escova de Nylon para lavar garrafa (Let It Brew).	36
Foto 25 – Tampa metálica Pry-off (Let It Brew).	37
Foto 26 - Arrolhador de garrafa (Let It Brew).	38
Foto 27 - aquecimento da água na panela com o tecido BiaB.	39
Foto 28 - adicionando todos os maltes.	40
Foto 29 - adicionando beterraba.	41
Foto 30 - Teste de Iodo 2%.	42
Foto 31 - lavando o mosto.	42
Foto 32 - mosto lavado sem o BiaB.	43
Foto 33 - adicionando o lúpulo.	44
Foto 34 - esterilizando a serpentina.	44
Foto 35 - whirlpool.	45
Foto 36 - . resfriamento.	46
Foto 37 - hidratação da levedura.	46
Foto 38 - Fermentador com o mosto.	47
Foto 39 - adicionando a levedura.	48

Foto 40 - sanitizador em uso.	49
Foto 41 - Tampas Pry-off esterilizadas.	50
Foto 42 - Fermentador e tubo enchedor cheio de cerveja.	50
Foto 43 - Engarrafamento.	51
Foto 44 - Arrolhamento.	51
Foto 45 - Armazenadas em temperatura ambiente.	52
Foto 46 - densímetro com amostra.....	53

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Conversão de cores, valores de SRM/EBC e exemplos de estilos de cerveja..	20
Figura 2 - Fluxograma processo de fabricação da cerveja.	24
Figura 3 - Enchedor de garrafas (Let It Brew).	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FATEC	Faculdade de Tecnologia de São Paulo
Fatec-JB	Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani de Jaboticabal
CEASAS	Centrais de Abastecimento, entidades responsáveis pela organização e o desenvolvimento da comercialização de produtos do hortifruti cultural numa determinada região
EBC	European Brewing Convention (Conversão de Cervejeiros da Europa)
SRM	Standard Reference Method (Método de referência padrão)
ABV	Alcohol by volume (Álcool por volume)
OG	Original Gravity (Densidade Original)
FG	Final Gravity (Densidade final)
BiaB	Brew in a Bag (saco de malte)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	24
3.1 Materiais.....	24
3.2 Métodos.....	39
3.2.1 - Brassagem	39
3.2.2 – Acompanhamento quebra de amido (teste de iodo 2%)	41
3.2.3 – Filtração e inativação enzimática	42
3.2.4 - Fervura	43
3.2.5 - Decantação	45
3.2.6 – Resfriamento e hidratação da levedura	45
3.2.7 – Fermentação alcoólica	47
3.2.8 - Maturação	48
3.2.9 – Envase e primming	48
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
4.1 Acompanhamento da densidade Graus de plato (°P), brix (°Bx) e teor alcoólico final.	53
5 CONCLUSÃO.....	55
REFERÊNCIAS.....	56
APÊNDICE – TERMO DE ORIGINALIDADE	59

1 INTRODUÇÃO

A cerveja é a bebida mais antiga do mundo. Os historiadores traçam os primeiros sinais de cerveja em 8000 a.C na Palestina. A cerveja é uma bebida obtida a partir da fermentação alcoólica do mosto de malte, cevada, lúpulo e água potável sob a ação de leveduras.

De acordo com o SINDICERV (Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja, 2023), o Brasil ocupa o terceiro lugar na lista dos maiores fabricantes de cerveja do mundo, com a marca de 15,4 bilhões de litros produzidos anualmente com base em cálculos realizados em 2022. Os dois primeiros lugares ficam com a China e com os EUA.

A cerveja pode ser classificada quanto à origem do extrato inicial, cor, teor alcoólico, quantidade de malte de cevada, tipo de fermentação, controle de processo e tratamento térmico. Embora a cerveja da mesma categoria varie de marca para marca, o método de produção é quase o mesmo.

São os ingredientes que diferenciam a cerveja artesanal da cerveja industrial. Segundo Morado (apud Grande, 2012), as cervejarias artesanais devem ser independentes, tradicionais, e não muito grandes. Isso dá aos consumidores a possibilidade de experimentar e provar vários produtos diferenciados de fórmulas, variações no tipo, composição e processo do malte (BREDA, 2016).

No caso da cerveja artesanal, o foco é entregar uma experiência diferenciada que enalteça o caráter de cada estilo com qualidade e interesse únicos. Para isso, é preciso humanizar o processo e ter mais cuidado em cada etapa (BREDA, 2016).

Para atingir a qualidade, sabor e aroma desejados, as matérias-primas utilizadas na cerveja artesanal são nobres, criteriosamente selecionadas e de alta qualidade. Além disso, os processos de maturação e fermentação também são realizados de forma diferenciada, respeitando o tempo necessário para cada processo ao invés de acelerá-los (BREDA, 2016).

Cada detalhe torna as bebidas diferenciadas em sabor, corpo e aroma, criando experiências gastronômicas complexas para atender diferentes paladares. Porém, um fator primordial sempre foi o principal diferencial na formação da cerveja artesanal: o cervejeiro.

A beterraba é uma raiz rica em fibras de cor avermelhada e com um sabor adocicado, que ajuda no funcionamento do intestino e apresenta diversas proteínas. Esse legume pode ser utilizado para sucos, saladas e diversas receitas no dia a dia (Karla S. Leal, 2022).

Além dos benefícios, a beterraba também apresenta seu lado negativo, ao consumir pode apresentar efeitos colaterais como desconforto estomacal e náusea. Não são todos que podem consumir o legume, por conter substâncias que podem ajudar com a piora de problemas renais (CAMIM, 2022).

A beterraba contém vários açúcares, incluindo sacarose, frutose, glicose e, em menor quantidade, maltose. Esses açúcares são importantes para a produção de cerveja, pois fornecem fontes de alimento para as leveduras durante a fermentação. A sacarose é o açúcar mais abundante na beterraba e é facilmente fermentável pelas leveduras. A frutose e a glicose também são fermentáveis e originados para o sabor e a doçura da cerveja. Embora a maltose não seja um açúcar encontrado naturalmente na beterraba, pode estar presente em pequenas quantidades devido à conversão de amido em açúcares durante o processo de malteação da cevada (Associação de Homebrewers).

A adição da beterraba na cerveja artesanal pode trazer os seguintes benefícios, cor vibrante e única à cerveja, tornando-a visualmente atraente, sabor levemente adocicado e terroso, que pode adicionar complexidade e níveis de sabor à cerveja, e a versatilidade da beterraba por poder ser utilizada numa variedade de estilos de cerveja, permitindo a experimentação e combinação criativas (Associação de Homebrewers).

Com isso o presente estudo teve como objetivo produzir uma cerveja artesanal do estilo Belgian Pale Ale adicionando Beterraba, tornando uma mistura bem refrescante que não apresenta gosto de salada, mas de cerveja mesmo, com um aroma ligeiramente mais terroso.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 HISTÓRICO

Os primeiros registros da fabricação de cerveja datam de 6 mil anos atrás, feitos pelos sumérios, povo da Mesopotâmia. Assim, a cerveja pode ser considerada uma das bebidas fermentadas mais antigas e consumidas mundialmente. Foi descoberta acidentalmente, quando se verificou que cereais fermentados resultavam em uma bebida de sabor agradável (Silva et al., 2017).

Quando surgiu, a cerveja não continha lúpulo em sua composição. Assim, ela se deteriorava com maior rapidez. Na Europa, por volta do ano de 1000, descobriu-se que o lúpulo possuía propriedades antissépticas, e foi então adicionado à cerveja, a fim de manter suas características de sabor por mais tempo, além de melhorar sua estabilidade. As descobertas de Louis Pasteur sobre o levedo e a conservação de alimentos, traz profundas mudanças na qualidade da bebida, graças à esterilização de materiais, o trabalho à vácuo, e o processo de pasteurização (REBELLO, 2009)

Em 1516, o duque Guilherme IV promulgou a “lei da pureza alemã” (Reinheitsgebot), que determinava que a cerveja deveria ser produzida a partir de cevada, lúpulo e água. Posteriormente, com a intenção de obter uma bebida de excelente qualidade, foi incrementada a levedura. A lei excluía a utilização de outros cereais, especiarias e ervas da época (Silva et al., 2016).

No fim do século XX, já se podia fabricar a cerveja com segurança microbiológica e com atributos sensoriais característicos, garantindo uma maior vida de prateleira, podendo expandir assim sua comercialização. Deste modo, no início do século XX, já existiam mais de 3200 cervejarias, só na Bélgica (CERQUEIRA, 2016).

As análises sensoriais da cerveja artesanal são uma parte importante da degustação e avaliação da qualidade da cerveja. Elas envolvem a avaliação da aparência, aroma, sabor, corpo e finalização da cerveja. A aparência é avaliada com base na cor, transparência e formação de espuma. O aroma é avaliado quanto aos diferentes aromas presentes, como malte, lúpulo e frutas. O sabor é avaliado quanto ao equilíbrio e intensidade dos sabores, incluindo possíveis off-flavors. O corpo refere-se à sensação de peso ou consistência na boca, enquanto a finalização é a sensação persistente após engolir. As análises sensoriais auxiliam os produtores a melhorar a qualidade da cerveja e oferecer uma experiência agradável aos consumidores (Silva, GA, Marinho, AR, & Vilela, DM, 2016).

2.2 O PRODUTO

De acordo com a Legislação Brasileira, “cerveja é a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo”, sendo classificadas quanto ao extrato primitivo (leve, comum, extra e forte), quanto à cor (clara, escura e colorida), quanto ao teor alcoólico (sem álcool e com álcool), quanto à proporção de malte de cevada (puro malte ou não) e quanto à fermentação (alta e baixa) (BRASIL, 2009).

As cervejas do estilo Belgian Pale Ale, de acordo com as Diretrizes para o Estilo de Cerveja do Beer Judge Certification Program (2015), são moderadamente maltadas e um pouco frutadas, de fácil manutenção e de cor de cobre, sendo um pouco menos agressiva no perfil de sabor do que muitas outras cervejas belgas.

Cerveja artesanal é um termo usado para cervejas que são confeccionadas com um maior cuidado no processo de produção, que foca na qualidade do produto e não em quantidade, esse tem como característica usar os melhores insumos e respeitar o tempo de fermentação e maturação da cerveja de forma natural, além de não utilizarem produtos químicos em sua composição (P&Q Engenharia Jr, 2021).

2.3 TIPOS DE CERVEJAS

As cervejas artesanais também se caracterizam pelas infinitas diversidades de colorações, aromas, sabores, ingredientes e estilos. Existem três famílias de cervejas (IBANEZ, 2017):

Ales: Cervejas de alta fermentação, são produzidas por leveduras que atuam no topo do mosto durante a fermentação, trabalhando em temperaturas mais altas (18° a 25°C).

Em geral, as ales têm aroma mais concentrado e variado, pois as altas temperaturas durante a fermentação levam à formação de álcoois superiores e ésteres, que conferem à bebida um aroma frutado.;

Lagers: Cervejas de baixa fermentação, surgiu no século XV, cujo um novo processo de fabricação de cerveja chamado "Lagern" surgiu na Bavária.

O novo processo envolve a fermentação ou maturação da cerveja em temperaturas mais baixas em porões ou cavernas subterrâneas. Produzidas durante o inverno alemão, essas cervejas são fermentadas principalmente por leveduras de baixa fermentação, já que a levedura de cerveja e as bactérias ficam dormentes em temperaturas muito baixas para que a levedura sobreviva. São chamadas de lagers as cervejas cuja fermentação é realizada por

leveduras do tipo lager entre 8° e 14°C de temperatura (ou fermentação a frio), geralmente são mais leves e claras. Além disso, as leveduras atuam na parte de baixo do tanque fermentador;

Lambics: Cervejas de fermentação espontânea é aquela em que nenhum microorganismo é adicionado ao mosto. Nesse caso, a fermentação ocorre por meio de leveduras e bactérias selvagens, que podem ser captadas a partir de frutas e cascas de árvores, do próprio malte ou do próprio ambiente em que a cerveja está sendo fermentada, por exemplo o próprio ar como ocorre com as Labics, portanto, são complexas e de sabores marcantes (Science of Beer Institute, 2013).

Figura 1 - Conversão de cores, valores de SRM/EBC e exemplos de estilos de cerveja.

CORES E ESTILOS DE CERVEJAS				
SRM/Lovibond		Cerveja	Cor da Cerveja	EBC
2		Pale lager, Witbier, Pilsener, Berliner Weisse		4
3		Maibock, Blonde Ale		6
4		Weissbier		8
6		American Pale Ale, India Pale Ale		12
8		Weissbier, Saison		16
10		English Bitter, ESB		20
13		Biere de Garde, Double IPA		26
17		Dark lager, Vienna lager, Marzen, Amber Ale		33
20		Brown Ale, Bock, Dunkel, Dunkelweizen		39
24		Irish Dry Stout, Doppelbock, Porter		47
29		Stout		57
35		Foreign Stout, Baltic Porter		69
40+		Imperial Stout		79

(Fonte: Academia artesanal)

As siglas EBC e SRM são escalas utilizadas para medir a cor da cerveja: a EBC, é a medida europeia, e a SRM, a medida americana.

EBC (European Brewing Convention – Convenção de Cervejeiros da Europa), pode ser aplicada à cor da cerveja ou apenas à cor do malte.

SRM (Standard Reference Method – Método de Referência Padrão), é uma escala usada nos Estados Unidos para determinar a coloração da cerveja.

Para fazer a conversão de EBC em SRM, basta usar a fórmula $SRM = EBC / 1,97$.

2.4 O PROCESSO

O processo de produção da cerveja se inicia pela brasagem, adicionando água, malte e aquecidos, seguindo de variações de temperatura controlada de forma a favorecer a atuação das enzimas provenientes do malte (amilases) e transformar componentes desse malte em açúcares fermentescíveis e outros nutrientes, os quais irão proporcionar o desenvolvimento das leveduras durante a fermentação (Chezini; Moretto; Marinho, 2018).

Segundo Silva (2005), a casca do malte serve como camada filtrante. Após a separação das partes, a camada filtrante é lavada com certa quantidade de água (denominada água secundária) a 75°C, visando aumentar a extração de açúcares remanescentes na casca. A fervura do mosto a 100°C destrói a flora microbiana que resistiu ao processo de mosturação, inativa as enzimas e coagula as proteínas que se precipitam em flocos denominados trub (Trub são micropartículas que se formam em processos diferentes da produção de cerveja) (CEREDA, 1983; SILVA, 2005).

O lúpulo é adicionado nesse momento para estabilizar o mosto e dar sabor de amargor na cerveja. Em muitos casos adiciona-se o lúpulo no início e no final da fervura. Quando se deseja ter uma cerveja mais aromática, adiciona-se lúpulo aromático no final da fervura, pois os óleos essenciais são voláteis e evaporam em altas temperaturas (CEREDA, 1983).

Terminada a fervura, elimina-se o trub, por filtragem ou decantação, e resfria-se o mosto. A temperatura final vai depender do tipo de mosto: para cerveja Lager, 7 a 15 °C e para ale, 18 a 22 °C (SILVA, 2005).

As leveduras são responsáveis pela fermentação do mosto sendo que existem duas espécies que estão ligadas ao processo de fermentação, a *Saccharomyces cerevisiae* e a *Saccharomyces uvarum* (Carlsbergensis) (MARTINS, 1991).

Segundo Silva (2005), as cervejas do tipo Ale de *alta fermentação* são produzidas por leveduras *Saccharomyces cerevisiae*, em temperatura entre 18 e 22 °C, com duração de 3 a 5 dias; as cervejas Lagers de baixa fermentação são produzidas por leveduras *Saccharomyces uvarum*, em temperatura entre 7 e 15 °C com duração de 7 a 10 dias.

Após o resfriamento, o mosto recebe fermento (levedura) e é acondicionado em fermentadores. As leveduras consomem os carboidratos fermentáveis, produzindo etanol e CO₂, como produtos principais, e ésteres (acetato de etila, acetato de isoamila, acetato de n-propila), ácidos (acético, propiônico) e álcoois superiores (1-propanol, 2-metil-1-propanol, 2-metil-1-butanol e 3-metil-1-butanol), como produtos secundários. Estes transmitem propriedades organolépticas à cerveja (Araújo, 2003). Por isso, a fermentação é a fase mais importante para definir o paladar da cerveja.

Segundo Dragone, Almeida e Silva (2010), a maturação ou fermentação secundária tem como objetivo principal estabilizar o diacetil, composto formado na fermentação primária; iniciar a clarificação da cerveja pela sedimentação de células de leveduras e proteínas; propiciar a carbonatação (quando em baixa temperatura, o gás carbônico é absorvido pela cerveja); melhorar o odor e sabor da cerveja, pela redução de diacetil, acetaldeído e ácido sulfídrico.

Ao se passar o tempo necessário para maturação, é realizado o primming, um procedimento muito utilizado. Esta técnica consiste em adicionar uma pequena quantidade de açúcar para gerar uma leve fermentação na garrafa. O fermento consumirá este açúcar, liberando gás carbônico e uma pequena quantidade de álcool. Dessa forma, a cerveja ficará carbonatada, ou seja, com gás (Cerveja da casa, 2018).

2.5 A BETERRABA

A beterraba é uma espécie olerícola, que apresenta as raízes como o mais importante produto comercial. No Brasil, seu cultivo intensificou-se grandemente com a imigração europeia e asiática, sendo cultivadas exclusivamente variedades de mesa, mesmo assim, em pequena escala comercial, quando se compara com tomate, cebola, alho e outras hortaliças mais tradicionais (SOUZA et al., 2003).

São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Bahia e Goiás respondem por cerca de 87% da comercialização de beterraba nas ceasas nacionais (Centrais de Abastecimento, entidades responsáveis pela organização e o desenvolvimento da comercialização de produtos do hortifruti cultural numa determinada região). Os três primeiros estados têm maior produção, favorecidos pelo clima frio. O plantio geralmente ocorre por meio de sementes, que podem ser semeadas diretamente ou por produção de mudas.

Já foram feitas cervejas de beterraba. A beterraba é um ingrediente interessante para adicionar cor, sabor e nutrientes às cervejas. Várias cervejarias artesanais ao redor do mundo experimentaram incorporar a beterraba em suas receitas.

Embora seja difícil atribuir a criação da primeira cerveja de beterraba a uma cervejaria específica, algumas cervejarias conhecidas por produzirem cervejas com esse ingrediente incluem ,Dogfish Head Brewery: Essa cervejaria americana é conhecida por suas cervejas inovadoras e experimentais. Em 2009, eles lançaram a "Raison D'Etre" na versão "Beet" (beterraba), uma cerveja belga com beterraba adicionada, proporcionando uma cor vermelha intensa (Dogfish Head Brewery, 2009.). Arbor Ales: Essa cervejaria inglesa criou uma cerveja

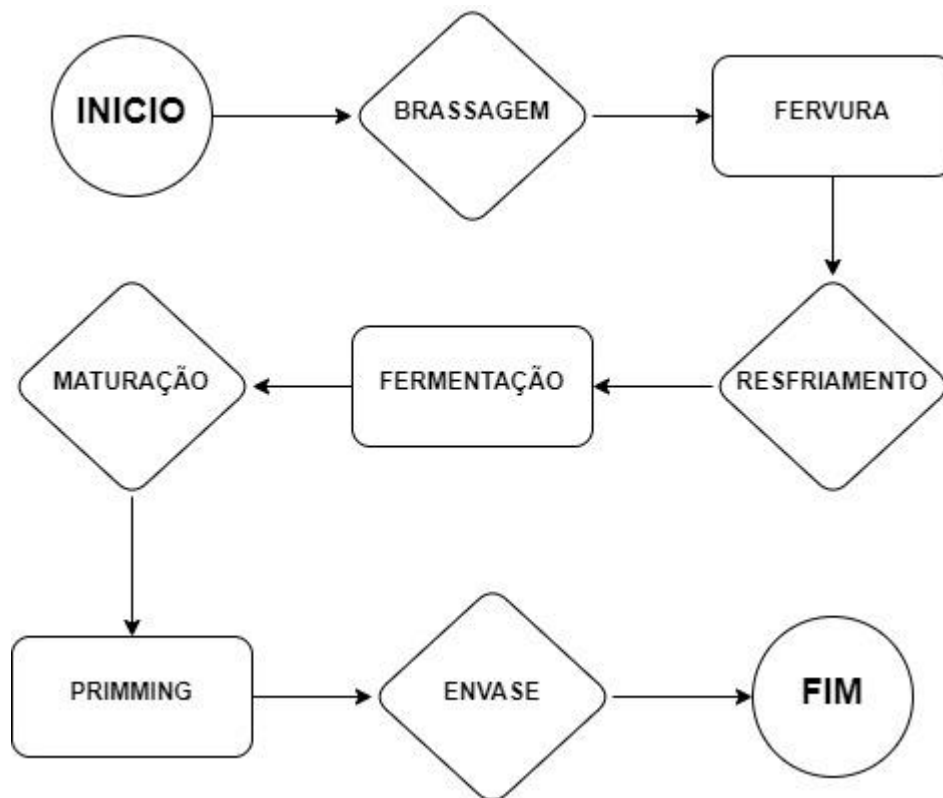
chamada "Beetroot" em 2010. Ela era uma cerveja de trigo com beterraba, que conferia uma cor avermelhada e um sabor suave de beterraba (Arbor Ales, 2010).

É importante ressaltar que, como a indústria cervejeira artesanal está sempre evoluindo, outras cervejarias também podem ter produzido cervejas de beterraba em diferentes momentos. Portanto, esses são apenas alguns exemplos conhecidos.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esse trabalho foi realizado em 7 etapas, conforme representado na figura 2, abaixo.

Figura 2 - Fluxograma processo de fabricação da cerveja.



Fonte: Acervo pessoal.

3.1 Materiais

Foram utilizados equipamentos em escala de bancada e matéria prima para cerveja, adquiridas em Let It Brew, loja de produtos para fabricação de cerveja. (<https://www.letitbrew.com.br>)

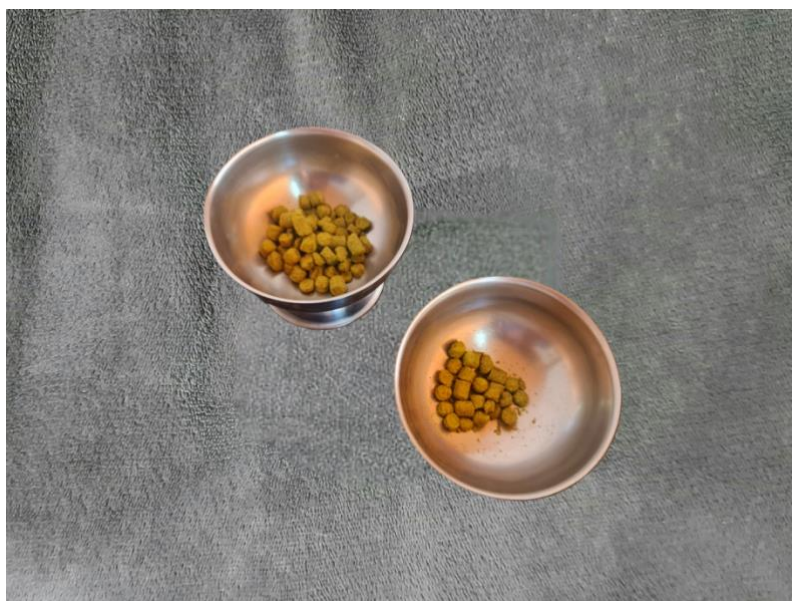
As matérias primas são 14g nugget de lúpulo (Foto 1), malte melana 200g (Foto 2), malte munich 400g (Foto 3), malte pilsen 4Kg (Foto 4), todos os maltes já vieram moídos, 23g de Fermento S-05 (Foto 5), adquiridos Let It Brew. A beterraba foi utilizada 1,2 Kg (Foto 6), ralada com auxílio de um ralador de legumes que se encontra em qualquer residência.

Foi utilizado o kit de fabricação adquirido no Let It Brew para produção de 20 L de cerveja, sendo composto por panela de alumínio (Foto 7), garrafas de vidro (Foto 22), arrolhador manual (Foto 26), balde plástico (Foto 18), Biab Brew in a Bag (saco de malte) (Foto 8).

A cerveja foi produzida em domicílio tendo total cuidado para que não haja contaminação.

Matérias primas:

Foto 1 – Lúpulo 14g (Let It Brew).



Fonte: Acervo pessoal.

Foto 2 - Malte melano 200g (Let It Brew).



Fonte: Acervo pessoal.

Foto 3 - Malte munich 400g (Let It Brew).



Fonte: Acervo pessoal.

Foto 4 - Malte pilsen agraria Kg (Let It Brew).



Fonte: Acervo pessoal.

Foto 5 - Fermento S-05 23g (Let It Brew).



Fonte: Acervo pessoal.

Foto 6 - Beterraba ralada 1,2 Kg.



Fonte: Acervo pessoal.

Equipamentos:

Foto 7 - Panela de 20l (Let It Brew).



Fonte: Acervo pessoal.

Foto 8 – Tecido BiaB (Let It Brew).



Fonte: Acervo pessoal.

Foto 9 - Fogão de 1 boca (Estilofer)



Fonte: JB Churrascaria.

Foto 10 – Termômetro (Clink).



Fonte: Acervo pessoal.

Foto 11 – pHmetro (Henniu).



Fonte: Acervo pessoal.

Foto 12 - Teste de iodo 2% (Let It Brew).



Fonte: Acervo pessoal.

Foto 13 – Pipeta (Let It Brew).



Fonte: Acervo pessoal.

Foto 14 – Refratômetro (Soonda).



Fonte: Acervo pessoal.

Foto 15 – Serpentina (Let It Brew).



Fonte: Acervo pessoal.

Foto 16 - Colher de alumínio (Let It Brew).



Fonte: Acervo pessoal.

Foto 17 - - freezer (Consul).



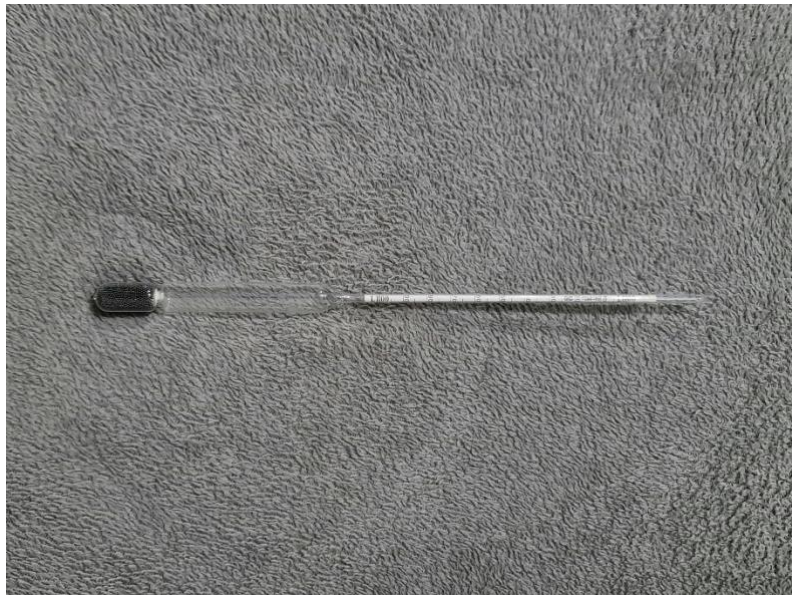
Fonte: Acervo pessoal.

Foto 18 – Fermentador (Let It Brew).



Fonte: Acervo pessoal.

Foto 19 – Densímetro (Let It Brew).



Fonte: Acervo pessoal.

Foto 20 – Proveta (Let It Brew).



Fonte: Acervo pessoal.

Foto 21 - Orlock (Let It Brew).



Fonte: Acervo pessoal.

Foto 22 – Garrafa de vidro 600 ml âmbar (Let It Brew).



Fonte: Acervo pessoal.

Foto 23 - Sanitizador de garrafa (Let It Brew).



Fonte: Acervo pessoal.

Foto 24 – Escova de Nylon para lavar garrafa (Let It Brew).



Fonte: Acervo pessoal.

Foto 25 – Tampa metálica Pry-off (Let It Brew).



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 3 - Enchedor de garrafas (Let It Brew).



Fonte: Acervo pessoal.

Foto 26 - Arrolhador de garrafa (Let It Brew).



Fonte: Let It Brew.

A cerveja foi produzida em domicílio tendo total cuidado para que não houvesse contaminação.

3.2 Métodos

3.2.1 - Brassagem

A brassagem é o processo essencial na produção de cerveja artesanal, onde o malte é misturado com água quente para extrair açúcares e outros compostos solúveis. Isso ocorre por meio de uma maceração controlada, onde as enzimas presentes no malte convertem os amidos em açúcares fermentáveis. A brassagem influencia diretamente nas características, sabores e aromas da cerveja final.

Em uma panela de 20L (Foto 7) é colocado o tecido BiaB (Foto 8), adicionado água e aquecida até a temperatura de 68°C. Ao aquecer a água, além de retirar outras impurezas que a contaminam, o HCl evapora ainda mais rapidamente.

Foto 27 - aquecimento da água na panela com o tecido BiaB.



Fonte: Acervo pessoal.

Após aquecer a água (Foto 27), foi adicionado todos os maltes conforme mostra a foto 28 e a beterraba ralada vagarosamente conforme mostra a foto 29. logo abaixo do texto, o que levou ao resfriamento do substrato, havendo a necessidade de manter o fogão ligado para recuperar a temperatura e desligar assim que chegar a temperatura desejada. A temperatura necessária para etapa de brasagem é 66°C, portanto, a água foi aquecida a 68°C para facilitar na recuperação de temperatura e mantido a 66°C por 60 minutos para ocorrer a sacarificação. Sacarificação é o processo de hidrólise no qual o amido é convertido em açúcares

fermentáveis, é o processo em que ocorre a quebra de açúcares, uma etapa muito importante, pois, são esses açúcares Beta-Amilase: ativa entre 55 e 65°C, que são a enzima responsável por transformar o amido em maltose, que é o açúcar presente em maior quantidade no mosto, que serão convertidos em álcool e CO₂ pela levedura final da cerveja. A temperatura de 66°C é necessária para que ocorra a ativação enzimática, ou seja, quando ocorre a conversão do amido do malte em açúcares fermentáveis. Para verificação da conversão é feito teste de iodo 2% (Foto 12) a cada 15 minutos, até ocorrer a conversão. Sempre que ocorrer a perda de temperatura ligar o fogo para chegar à temperatura desejada e desligar assim que obter a calor de 66°C para que não ultrapasse, a mistura de água e malte foi agitada a cada 15 minutos para homogeneizar o mosto, sempre com auxílio de uma pá ou colher. (Adaptado de Lamas Brew Shop <https://www.lamasbrewshop.com.br/>)

Foto 28 - adicionando todos os maltes.



Fonte: Acervo pessoal.

Foto 29 - adicionando beterraba.

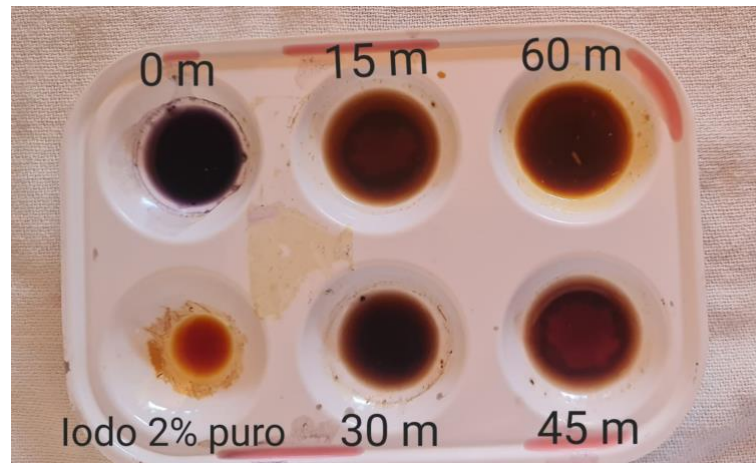


Fonte: Acervo pessoal.

3.2.2 – Acompanhamento quebra de amido (teste de iodo 2%)

Quando o mosto atingiu a temperatura necessária da brasagem para fabricação da cerveja, aos 15 primeiros minutos, foi feita a primeira verificação da quebra de amido, usando um método simples com tintura de iodo, coletando uma amostra do mosto e gotejando 3 gotas de Iodo 2%. Dessa forma, obteve-se o resultando de falta de amilase. Sendo assim, foram retiradas mais três amostras durante o processo a cada 15 minutos, sendo; 15, 30, 45 e 60 minutos o tempo exato para a coleta de cada amostra conforme mostra a foto 30. Logo, conclui-se que levou uma média de 45 a 60 minutos para a quebra de amido, como mostra a foto 39. Segundo o autor Daniel Dinslaken, o teste do iodo tem a importante função de ajudar na indicação da presença de amido no mosto cervejeiro, por volta de uma hora de mosturação, pois é quando você vai perceber que a sua amostra de iodo com mosto vai começar a ficar mais clara e com cor mais parecida com a do iodo puro.

Foto 30 - Teste de Iodo 2%.



Fonte: Acervo pessoal.

3.2.3 – Filtração e inativação enzimática

Após a brasagem foram realizados dois procedimentos, inativação enzimática e filtração. A inativação enzimática ocorreu a 78°C para, evitando que as enzimas continuassem atuando na quebra dos açúcares complexos que ficaram no mosto. A recirculação foi realizada com o levantamento do BiaB para o escoamento e posterior lavagem com água quente a 78°C conforme mostra foto 31 logo abaixo, para extrair quaisquer açúcares fermentáveis e outros nutrientes que ainda poderiam estar presente no meio.

Foto 31 - lavando o mosto.



Fonte: Acervo pessoal.

Foto 32 - mosto lavado sem o BiaB.



Fonte: Acervo pessoal.

Neste ponto, a densidade do mosto estava um pouco abaixo da OG (Densidade original) desejada de 1.040 à 1.050, mas na fervura o volume foi reduzido e a densidade subiu (Adaptado de Lamas Brew Shop <https://www.lamasbrewshop.com.br/>).

3.2.4 - Fervura

A fervura na produção de cerveja artesanal serve para esterilizar o mosto, coagular proteínas, isomerizar o lúpulo, concentrar os açúcares e desenvolver sabores e aromas desejados. É uma etapa crucial que contribui para a qualidade e características da cerveja final.

Após a lavagem do bagaço e a filtração do mosto procedeu-se a etapa de fervura, onde o mosto foi aquecido até a fervura. Após o mosto se encontrar na temperatura desejada, foram contabilizados 60 minutos e adicionada 10,5g do lúpulo (Foto 33). Aos 15 minutos antes do término do tempo estimado da fervura foi adicionado o restante do lúpulo, componente responsável principalmente pelo aroma e a pastilha Whirlfloc, que é uma carragena purificada de alto peso molecular, extraído de algas marinhas, que age como floculante. A sua utilização acelera a formação dos trubs, resultando em mostos mais brilhantes. Faltando 10 minutos para finalizar, foi adicionado ao mosto a serpentina (Chiller)

para esterilização (Foto 34). Ao se passar os 60 minutos foi desligado o fogo e completou-se a etapa de fervura (Adaptado de Lamas Brew Shop <https://www.lamasbrewshop.com.br/>).

Foto 33 - adicionando o lúpulo.



Fonte: Acervo pessoal.

Foto 34 - esterilizando a serpentina.



Fonte: Acervo pessoal.

3.2.5 - Decantação

A decantação na produção de cerveja artesanal é o processo de remoção de sedimentos e partículas sólidas indesejadas do líquido para obter uma cerveja mais límpida e transparente. Isso é realizado por meio de agentes clarificantes ou técnicas de filtragem que promovem a sedimentação dos sedimentos no fundo do recipiente. A decantação contribui para melhorar a aparência, estabilidade e qualidade sensorial da cerveja final.

Ao terminar a fervura foi utilizado o método whirlpool (Foto 35), que consiste em um redemoinho feito pela pá ou colher, para todo o lúpulo, malte, cascas se concentrem ao centro da panela. A mistura foi mantida em repouso por 10 minutos para que o resíduo decantasse. A densidade medida nesse momento já se encontrava bem próximo do valor esperado de 1.040 à 1.050°P.

(Adaptado de Lamas Brew Shop <https://www.lamasbrewshop.com.br/>).

Foto 35 - whirlpool.



Fonte: Acervo pessoal.

3.2.6 – Resfriamento e hidratação da levedura

O resfriamento na produção de cerveja artesanal é importante para proteger a levedura, prevenir contaminações, promover a clarificação da cerveja e criar condições ideais para o início da fermentação. É uma etapa crucial que ajuda a garantir a qualidade e as características desejadas na cerveja final.

Em sequência, o mosto foi resfriado com o auxílio de um chiller (Foto 36), com água fria e gelo, até uma temperatura de 22°C para adição da levedura. As leveduras foram então, hidratadas em água a 21°C por cerca de 30 minutos antes de serem adicionadas no balde fermentador conforme a foto 37.

(Adaptado de Lamas Brew Shop <https://www.lamasbrewshop.com.br/>).

Foto 36 - resfriamento.



Fonte: Acervo pessoal.

Foto 37 - hidratação da levedura.



Fonte: Acervo pessoal.

3.2.7 – Fermentação alcoólica

A fermentação alcoólica é o processo em que a levedura converte os açúcares presentes no mosto em álcool, dióxido de carbono e outros subprodutos. Durante a fermentação, a levedura metaboliza os açúcares, produzindo álcool e liberando CO₂. Esse processo é essencial na produção de cerveja, pois transforma o máximo em uma bebida alcoólica, além de contribuir para o desenvolvimento de sabores e aromas característicos. A fermentação ocorre em fermentadores controlados, e ao final do processo, a cerveja está pronta para passar por etapas adicionais antes de ser envasada.

Ao se passarem os 30 minutos necessários para hidratação, foram adicionadas, ao fermentador, a cerveja (Foto 38) e a levedura hidratada conforme foto 39. A cerveja foi despejada a uma altura de 1 metro para que houvesse a oxigenação, após completar esse procedimento foi adicionada a levedura, mantendo-se o reator tampado e o mosto fermentando por cerca de 7 a 10 dias entre 17,5 a 18,5° C. (Adaptado de Lamas Brew Shop <https://www.lamasbrewshop.com.br/>).

Foto 38 - Fermentador com o mosto.



Fonte: Acervo pessoal.

Foto 39 - adicionando a levedura.



Fonte: Acervo pessoal.

3.2.8 - Maturação

A maturação consiste em armazenar a cerveja em baixas temperaturas. Essa etapa é fundamental para que a cerveja atinja o seu equilíbrio. Ocorre a saturação do CO₂, a clarificação através da decantação de partículas e resíduos da fermentação e maturação dos compostos que conferem à cerveja o aroma e sabor.

Passado o período de fermentação alcoólica, a temperatura da cerveja foi passada de 18,5° C para 8 a 8,5° C e mantido por cerca de 10 dias para ocorrer a maturação, para melhorar resultado de maturação foi reduzido a temperatura a 0° C durante 2 dias (Adaptado de Lamas Brew Shop <https://www.lamasbrewshop.com.br/>).

3.2.9 – Envase e primming

Primming, ou primming sugar, é um processo utilizado na produção de cerveja artesanal para carbonatar uma cerveja antes do engarrafamento. Envolve uma pequena quantidade de açúcar fermentável ao mosto ou à cerveja já fermentada. Esse açúcar é consumido pela levedura restante durante o engarrafamento, produzindo CO₂ e carbonatando a cerveja. O tipo e a quantidade de açúcar podem variar, e o primming é importante para garantir uma carbonatação adequada na cerveja final.

A quantidade de primming sugar necessária para carbonatar 600 ml de cerveja pode variar dependendo do nível desejado de carbonatação e do tipo de açúcar utilizado.

Geralmente, recomenda-se usar cerca de 5 a 8 gramas de açúcar por litro de cerveja para uma carbonatação média.

Para 600 ml de cerveja, você pode calcular a quantidade aproximada de primming sugar usando uma proporção de 5 a 8 gramas por litro. Portanto, para 600 ml, você pode usar cerca de 3 a 4,8 gramas de açúcar. É importante lembrar de dissolver o açúcar em um pouco de água fervente para esterilização e evitar contaminações, resfriá-lo e adicionar à cerveja antes do engarrafamento.

Ao completar todo período de maturação foi realizado o primming para possibilitar uma segunda fermentação na garrafa de vidro e produção de gás carbônico. Primming pode ser pensado como a segunda fermentação. Esse processo é feito para carbonatar a cerveja, ou seja, deixá-la com gás. Para isso é necessário adicionar uma certa quantidade de açúcar. Com isso, ocorre uma leve fermentação na bebida, fazendo com que produza mais gás. O envase foi realizado em garrafas de 600 ml âmbar, bem lavadas e esterilizadas com álcool conforme a foto 40 e 41, tanto por fora, quanto por dentro, com auxílio do sanitizador de garrafa spin (Foto 23), escova de nylon para garrafas (Foto 24), utilizando o enchedor de garrafas (figura 3), o arrolhador (Foto 26) para fazer a vedação das garrafas com as tampas metálicas pry-off (Foto 25) e guardadas em temperatura ambiente por cerca de 5 a 7 dias, até formar gás conforme a foto 45. Foi fabricado 20L de cerveja, resultando em uma quantidade de 24 garrafas. Após esse período basta refrigerar e aproveitar (Adaptado de Lamas Brew Shop <https://www.lamasbrewshop.com.br/>).

Foto 40 - sanitizador em uso.



Fonte: Acervo pessoal.

Foto 41 - Tampas Pry-off esterilizadas.



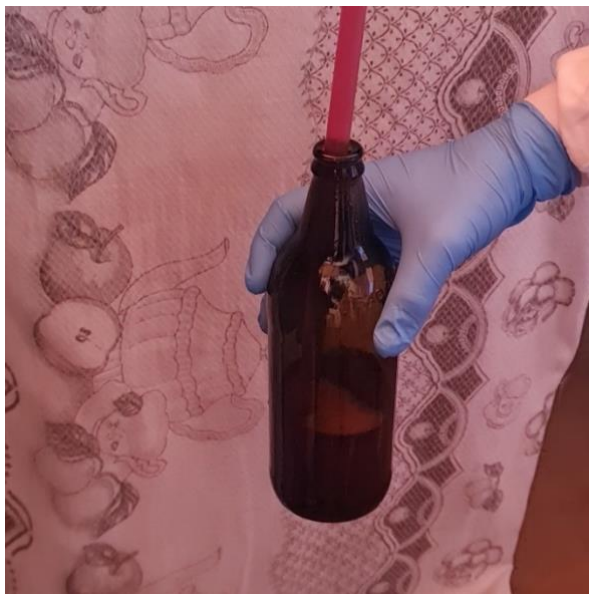
Fonte: Acervo pessoal.

Foto 42 - Fermentador e tubo enchedor cheio de cerveja.



Fonte: Acervo pessoal.

Foto 43 - Engarraamento.



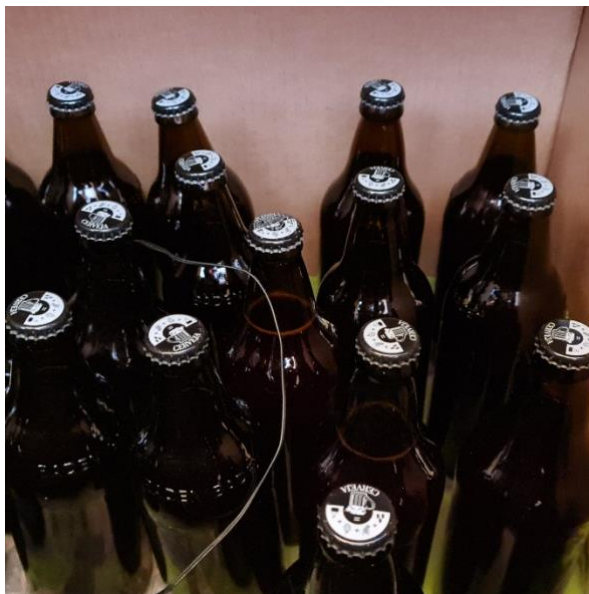
Fonte: Acervo pessoal.

Foto 44 - Arrolhamento.



Fonte: Acervo pessoal.

Foto 45 - Armazenadas em temperatura ambiente.



Fonte: Acervo pessoal.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Acompanhamento da densidade Graus de plato (°P), brix (°Bx) e teor alcoólico final.

Decorridos 45 minutos da etapa de brasagem, a primeira amostra do mosto para análise do °Bx foi retirada. O resultado obtido, 1.035°P e 9°Bx, ainda não era o esperado, uma vez que o mosto ainda não estava pronto. Para atingir o objetivo desejado entre 1.040 à 1.050°P, prosseguimos todas as etapas necessárias até a fermentação, onde se iniciou a inoculação da levedura para adição no mosto. Dessa forma, ao analisar a amostra retirada, obteve-se 1.040°P e 10°Bx. No quinto dia da fermentação, outra amostra foi retirada do mosto para confirmar a alteração no Graus de plato e brix. O resultado foi de 1.025°P e 6°Bx. No dia do engarrafamento da cerveja, foi retirada a última amostra no densímetro, porque o álcool atrapalha na leitura do refratômetro, portanto foi obtido resultado, 1.008°P e 2°Bx.

Os dados usados para determinar o teor alcoólico foi do início da fermentação e o do engarrafamento. Sendo assim o teor alcoólico, é 4,2%.

Foto 46 - densímetro com amostra



Fonte: Acervo pessoal.

CÁLCULO UTILIZADO

Formula: $ABV (\%) = 131,25 \times (OG - FG)$

131,25 - É um valor constante da fórmula.

Utilizando (OG= 1.040) e (FG= 1.008) teremos:

$$ABV(\%) = 131,25 \times (1.040 - 1.008) = 4,2\%$$

5 CONCLUSÃO

Em conclusão, o objetivo deste trabalho foi produzir uma cerveja artesanal caseira Belgian Pale Ale com beterraba, avaliando as mudanças de cor, sabor e aroma resultantes da adição desse ingrediente. Durante o processo de produção, foi possível observar uma mudança significativa na cor da cerveja, que adquiriu um tom avermelhado, característico da beterraba. Além disso, o sabor adocicado da beterraba foi facilmente perceptível, proporcionando uma experiência sensorial única e agradável. O aroma terroso também foi notado, adicionando um elemento adicional de complexidade ao perfil sensorial da cerveja.

Os resultados das análises realizadas durante o processo de produção da cerveja indicaram que o pH estava dentro dos valores adequados, o pH é uma medida da acidez de uma solução aquosa. Para uma Belgian Pale Ale, o pH normalmente varia entre 4,2 e 4,6. Isso resulta em uma cerveja levemente ácida, mas ainda equilibrada. O teor de açúcar (brix), estava dentro dos parâmetros esperados, o brix é uma medida da concentração de açúcares na cerveja antes da fermentação. Na Belgian Pale Ale, o brix geralmente varia entre 10 e 12 graus. Essa faixa de brix pode resultar em um perfil de malte moderado e equilibrado. O teor alcoólico da cerveja foi de 4,2%, dentro do intervalo esperado, o teor alcoólico em uma Belgian Pale Ale geralmente fica entre 4% e 6% ABV (álcool por volume). Esse intervalo de teor alcoólico produz uma cerveja relativamente leve e refrescante, mas com uma presença alcoólica perceptível.

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que a adição de beterraba na produção de cervejas artesanais pode ser uma alternativa interessante para a criação de novos sabores e aromas. Além disso, os resultados deste estudo indicam que é possível produzir uma cerveja artesanal caseira Belgian Pale Ale com beterraba de qualidade, desde que sejam seguidos os processos adequados e as técnicas corretas.

Em suma, a adição de beterraba na produção de cervejas artesanais pode ser uma opção interessante para produtores e apreciadores de cerveja que buscam novas experiências sensoriais. Os resultados deste estudo podem ser úteis para futuras pesquisas na área de produção de cervejas artesanais e para aprimorar a qualidade e diversidade de cervejas produzidas de forma caseira.

REFERÊNCIAS

JUNIOR, Amaro; VIEIRA, Antônia; FERREIRA, Taciano. **Processo de Produção de Cerveja**. Revista Processos Químicos, v. 3, n. 6, p. 61-71, 1 jul. 2009.

Brazilian Journal of Development. Produção de cerveja do estilo Catharina Sour com Araçá-Boi. Curitiba, v. 7, n. 1, p. 1599-1613, jan. 2021.

Quím. nova. Esc. A química da cerveja. São Paulo, v. 37, n. 2, p. 98-105, maio 2015.

Revista agrogeoambiental. Produção de cerveja. Minas Gerais, v. 1, n. 3, p. 145-155, dez. 2009

LEAL, Karla; LEMOS, Marcela; ZANIN, Tatiane. **Beterraba: 11 benefícios e como consumir (com receitas)**. Tua Saúde, 2023. Disponível em: <https://www.tuasaude.com/beneficios-da-beterraba/#:~:text=A%20beterraba%20%C3%A9%20uma%20raiz,e%20algumas%20doen%C3%A7as%20doen%C3%A7as%20cr%C3%B4nicas..>

LANA, M. M.; TAVARES, S. A. (Ed.). **50 Hortaliças: como comprar, conservar e consumir**. 2. ed. rev. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. 209 p. il. color. Atualizado: Milza Moreira Lana - Embrapa Hortaliças. Nov.2022. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/854775>

BARBOSA, Gines; MORETE, Lucas. **Produção de cerveja em espaço reduzido**. Franca, SP: Centro Paula Souza, Faculdade de tecnologia de Franca, Dr. Thomaz Novelino, 2022.

Science of Beer institute. **Fermentação de Cervejas: Conceitos básicos e tipos de fermentação**. Blog. 2013. Disponível em: <https://www.scienceofbeer.com.br/br/post/-fermentacao-de-cervejas-conceitos-basicos-e-tipos-de-fermentacao>

Hanna Instruments. **A importância do PH na fabricação da cerveja**. Boletins Industria alimentícia, 2020. Disponível em: <https://hannainst.com.br/a-importancia-do-ph-na-fabricacao-de-cerveja/>

LAMAS BREW SHOP. **Chocolate Brown Ale 20L**. Disponível em: <https://www.lamasbrewshop.com.br/kit-chocolate-brown-ale-20l.html>.

CONCERVEJA. **Teste do iodo: como, quando e qual a importância?** Disponível em: <https://concerveja.com.br/teste-iodo/>.

Silva, JA, Almeida, AP, Araújo, RA, Dragone, G., & Sousa, P. (2017). **Cerveja: História, tipos e processo de produção.** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, 19(3), 275-288.

Silva, MB, Bezerra, RM, & Silva, LH (2017). **Produção de cerveja: um estudo comparativo entre uma cervejaria artesanal e uma cervejaria industrial.** Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, 21(2), 437-448.

Rebello, ER (2009). **Ciência e tecnologia da cerveja.** Editora Artmed.

Silva, GA, Marinho, AR, & Vilela, DM (2016). **Caracterização química e sensorial de cervejas artesanais** produzidas no estado do Paraná, Brasil. Scientia Plena, 12(9), 1-9.

Cerqueira, MA (2016). **Produção de cerveja artesanal:** estudo de caso na cidade de Porto Alegre–RS (Dissertação de doutorado, Universidade do Vale do Rio dos Sinos).

P&Q Engenharia Jr. (2021). **Cervejas Artesanais e Cervejarias Artesanais.** Obtido em <https://peqjr.com.br/pt/cervejas-artesanais-e-cervejarias-artesanais/>

Ibanez, FR (2017). **Ciência da fabricação de cerveja: uma abordagem multidisciplinar.** Springer.

Instituto Ciência da Cerveja. (2013). **Fermentação da Cerveja.** Obtido em <https://scienceofbeer.com.br/fermentacao-de-cerveja>.

Chezini, GFS, Moretto, E., & Marinho, AR (2018). **Cervejarias artesanais no estado do Rio Grande do Sul: um estudo sobre o processo de produção e aspectos biológicos.** Revista Visão Acadêmica, 19(1), 6-20.

Silva, FCM (2005). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** Embrapa Informação Tecnológica.

Cereda, MP (1983). **Cervejas lagers: métodos de fabricação e ação sobre a qualidade da cerveja.** Revista de Microbiologia, 14, 285-291.

Martins, S. (1991). **Microbiologia e bioquímica da cerveja.** Editora Blucher.

Araújo, CS (2003). **Propriedades organolépticas e cor de cervejas produzidas com maltes especiais** (Dissertação de doutorado, Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas).

Dragone, G., Almeida, E., & Silva, JB (2010). **Tecnologia cervejeira**. Lidel Edições Técnicas.

Dogfish Head Brewery. **Beterraba Raison D'Etre**. Estados Unidos, 2009. Obtido em: <https://www.dogfish.com>

Arbor Ales. **cerveja "Beetroot"**. Inglaterra, 2010. Obtido em: <https://arborales.co.uk>

Associação de Homebrewers. **Açúcares Presentes na Beterraba Vermelha e seu Papel na Produção de Cerveja**. Obtido em: <https://www.homebrewersassociation.org/>

BREDA, M. H. Cerveja artesanal. In: VENTURINI FILHO, W. G. **Bebidas alcoólicas: Ciência e Tecnologia**. 2ed. São Paulo: Blucher, 2016. Capítulo 4. p. 85-111;

DINSLAKEN, Daniel. **Teste de iodo: como, quando e qual a importância ?** Concerveja, 2016. Obtido em: <https://concerveja.com.br/teste-iodo;>

APÊNDICE – TERMO DE ORIGINALIDADE

TERMO DE ORIGINALIDADE

Eu, Lucas Gabriel Assis Albernaz, RG [REDACTED], CPF [REDACTED] aluno(a) regularmente matriculado(a) no **Curso Superior de Tecnologia em Biocombustíveis**, da Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB), declaro que meu trabalho de graduação intitulado **cerveja artesanal caseira belgian pale ale com beterraba** é **ORIGINAL**.

Declaro que recebi orientação sobre as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que tenho conhecimento sobre as Normas do Trabalho de Graduação da Fatec-JB e que fui orientado sobre a questão do plágio.

Portanto, estou ciente das consequências legais cabíveis em caso de detectado PLÁGIO (Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, que altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais, publicada no D.O.U. de 20 de fevereiro de 1998, Seção I, pág. 3) e assumo integralmente quaisquer tipos de consequências, em quaisquer âmbitos, oriundas de meu Trabalho de Graduação, objeto desse termo de originalidade.

Jaboticabal/SP, 13 de Junho de 2023.

Lucas Gabriel Assis Albernaz