

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

**CAIO BONACIN
LUCAS MARINS GUIMARÃES**

**FABRICAÇÃO DE CERVEJA BELGIAN SAISON CLASSIC COM DRY
HOPPING**

**PONTA GROSSA
2022**

**CAIO BONACIN
LUCAS MARINS GUIMARÃES**

**FABRICAÇÃO DE CERVEJA BELGIAN SAISON CLASSIC COM DRY
HOPPING**

Brewing belgian saison classic with dry hopping

Trabalho de Conclusão de Curso 2 apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química, do Departamento Acadêmico de Engenharia Química, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr Luciano Fernandes

**PONTA GROSSA
2022**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**CAIO BONACIN
LUCAS MARINS GUIMARÃES**

**FABRICAÇÃO DE CERVEJA BELGIAN SAISON CLASSIC COM DRY
HOPPING**

Trabalho de Conclusão de Curso 2
apresentado como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Química, do Departamento
Acadêmico de Engenharia Química, da
Universidade Tecnológica Federal do
Paraná.

Data de aprovação: 25 de outubro de 2022

Prof. Me. Luis Alberto Chavez Ayala
Universidade Federal Tecnológica do Paraná

Me. Luciano Moro Tozetto
Universidade Federal Tecnológica do Paraná

Prof. Dr. Luciano Fernandes
Universidade Federal Tecnológica do Paraná

**PONTA GROSSA
2022**

RESUMO

BONACIN, Caio; GUIMARÃES, Lucas M. **Fabricação de cerveja belgian saison classic com dry hopping**. 40 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em engenharia química), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2022.

A cerveja é uma bebida tradicional consumida no mundo todo e seu consumo no país vem crescendo ao longo dos anos. O mercado cervejeiro está se revolucionando em busca de novos estilos e sabores de produtos. Visando produzir uma cerveja estilo *belgian saison classic* com amargor de moderado a alto, utilizou-se de uma concentração maior de lúpulo do que o guia de estilo recomenda, além da aplicação do processo de *dry-hopping*, adicionando 3 g/L de lúpulo após dez dias do início da fermentação, com o objetivo de obter uma cerveja mais aromatizada. Na produção dos 450 L da cerveja utilizou-se da moagem a seco do malte. Na mosturação, o pH utilizado foi de 5,6, sendo um valor ideal para as enzimas do malte, e uma temperatura na faixa dos 66 °C. Utilizou-se a tina de filtração para separação do mosto. A lupulagem se deu em três etapas com adições de dois lúpulos diferentes em tempos diferentes totalizando 1,9kg de lúpulo. O resultado final foi uma cerveja de IBU igual a 41,67; EBC 14,27; extrato primitivo 13,47 °P; extrato real 0,75 °P; e ABV 6,79 %.

Palavras-chave: Cerveja Artesanal, *dry-hopping*, *belgian saison classic*

ABSTRACT

BONACIN, Caio; GUIMARÃES, Lucas M. . 40 p. Completion of course work (Bachelor of chemical engineering), Technological University Federal of Paraná. Ponta Grossa, 2022.

Beer is a traditional beverage consumed all over the world and its consumption in the country has been growing over the years. The beer market is revolutionizing itself in search of new styles and flavors of products. Aiming to produce a Belgian style beer saison classic with moderate to high bitterness, using a higher concentration of hops than the style guide recommends, in addition to the application of the dry-hopping process, adding 3 g/L of hops after ten days from the start of fermentation, with the aim of obtaining a more flavored beer. In the production of 450 L of beer, dry grinding of malt was used. In the mash, the pH used was 5.6, being an ideal value for malt enzymes, and a temperature in the range of 66 °C. The filter vat was used to separate the wort. Hopping was carried out in three stages with additions of two different hops at different times, totaling 1.9 kg of hops. The final result was a beer with an IBU equal to 41.67; EBC 14.27; primitive extract 13.47°P; real extract 0.75°P; and ABV 6.79%.

Keywords: beer, dry-hopping, belgian saison classic

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Representação esquemática do dispositivo <i>bazooka</i>.....	29
Figura 2 – Equipamento <i>Beer Analyzing System</i> da <i>Anton Paar</i>.....	29
Figura 3 – Visor para acompanhamento da clarificação.....	29

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Propriedades físico-químicas do estilo <i>Saison Ale</i>	29
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BJCP	<i>Beer Judge Certification Program</i>
B.A.	<i>Brewers Association</i>
a.C.	Antes de Cristo
VDK	Vicinal diketones
OG	<i>Original gravity</i>
ABV	<i>Alcohol by volume</i>
FG	<i>Final gravity</i>
EBC	<i>European Brewing Convention</i>
IBU	<i>International Bitterness Unit</i>

LISTA DE SIMBOLOS

CO ₂	Dióxido de carbono
α	Alfa
β	Beta

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS.....	15
2.1. Objetivo geral	15
2.2. Objetivo específico	15
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
3.1. História	16
3.2. Cerveja	17
3.2.1. Água.....	17
3.2.2. Malte	18
3.2.3. Levedura	18
3.2.4. Lúpulo	18
3.3. Produção de cerveja	19
3.3.1 Moagem do malte	19
3.3.2. Mosturação ou brassagem.....	20
3.3.3. Filtração do mosto.....	20
3.3.4. Fervura do mosto	20
3.3.5. Resfriamento.....	21
3.3.6. Fermentação	21
3.3.7. Maturação	22
3.3.8. Acabamento e embalagem	22
3.4. Saison ale.....	22
3.3.5 Dry-hopping	23

4 METODOLOGIA	25
4.1 Produção	25
4.1.1 Insumos	25
4.1.2 Moagem.....	25
4.1.3 Equipamentos.....	26
4.1.4 Mosturação.....	26
4.1.5 Filtração	27
4.1.6 Fervura e lupulagem	27
4.1.7 Decantação, resfriamento e inoculação.....	28
4.1.8 Fermentação e <i>dry-hopping</i>	28
4.2 Análises físico-químicas	29
4.2.1 Extrato e álcool	29
4.2.2 Cor e amargor.....	30
4.2.3 Dicetonas vicinais (VDK)	31
5.1 Produção de cerveja	32
5.2 Características físico-químicas	34
6 CONCLUSÃO	36
REFERÊNCIAS.....	37

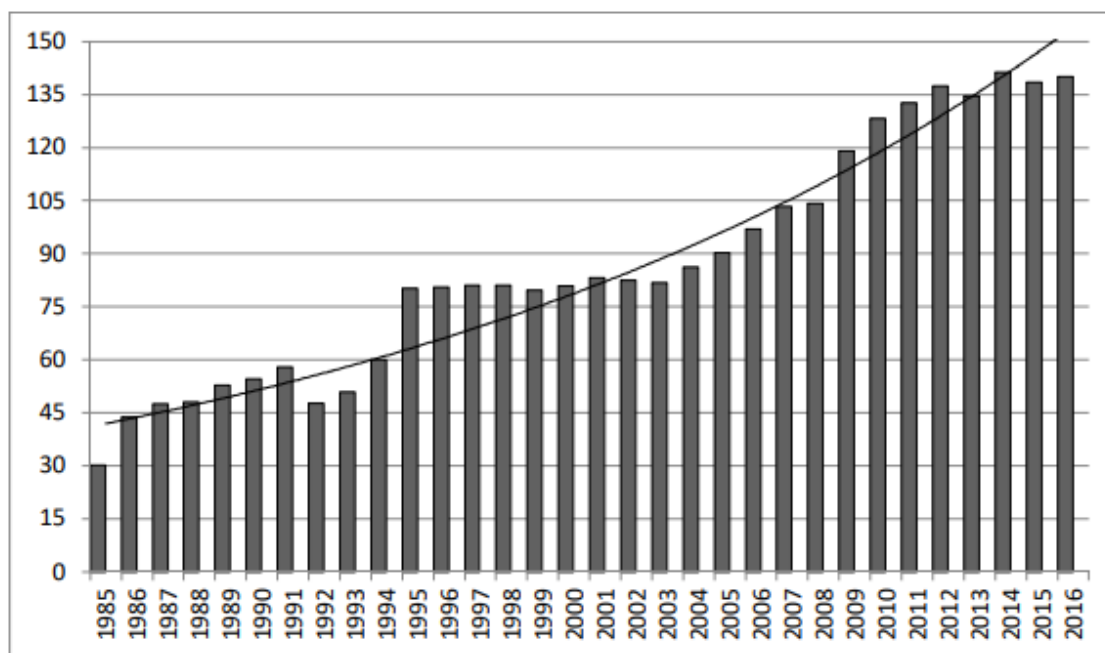
1 INTRODUÇÃO

A cerveja é uma bebida alcoólica tradicional consumida no mundo todo, possuindo em sua composição ácidos orgânicos, vitaminas, proteínas e água, sendo de baixo teor alcoólico e calórico. Em sua composição, há um valor nutricional superior quando comparada a outras bebidas como *whisky*, *vodka*, etc. Isto está relacionado aos minerais em sua constituição além de compostos antioxidantes, pela utilização de cereais e malte na produção. (WEI et al., 2001)

Segundo a legislação brasileira (BRASIL, 2009) cerveja é definida como uma bebida resultado da fermentação alcoólica por levedura de malte de cevada e água potável com adição de lúpulo. Parte do malte de cevada pode ser substituída por adjuntos cervejeiros, cujo uso não deve exceder 5% do extrato original. Malte de cevada e outros cereais próprios para consumo humano, maltados ou não, bem como amidos e açúcares de origem vegetal que são considerados auxiliares na produção de cerveja.

O consumo de cerveja no país mostra-se crescente nos últimos 30 anos, como podemos analisar no gráfico abaixo, em que atingiu recentemente a terceira colocação no mundo com 143 milhões de hectolitros de litros (VEJA, 2022), ficando atrás apenas dos Estados Unidos com 211 milhões de hectolitros e China com 460 milhões de hectolitros.

Gráfico 1: Produção de cerveja no Brasil em milhões de hectolitros por ano



Fonte: CERVBRAZIL, 2016.

A cerveja depende que exista um bom equilíbrio entre a proporção de seus compostos para que se obtenha um bom resultado em sua produção. Dentre esses compostos os mais importantes são aldeídos, ésteres, fenóis e álcoois superiores. Resultados como aroma e sabores indesejados afetam negativamente acarretam em má qualidade da cerveja, o que é um grande problema em indústrias cervejeiras. (ARAUJO et al., 2003).

Segundo Morado (2009) o mercado de cerveja especiais, estas, cervejas que vão além do tipo Pilsen, vem ganhando uma parcela do mercado nacional, impulsionados por uma conjunção de fatores. Um deles é uma nova frente gastronômica que relaciona a apreciação de cervejas diferentes, em poucas quantidades, para maior percepção de sabores e aromas.

As cervejas se classificam basicamente em *lager*, caracterizada por uma baixa fermentação e em *ale* por alta fermentação. Na *lager* as leveduras floculam no final da fermentação primária, em que são coletadas no fundo do fermentador. Em consequência de trabalhar-se à baixas temperaturas (entre 7 e 15°C) o tempo de fermentação é mais elevado, levando de 7 a 10 dias. Já na *ale* a fermentação ocorre de entre 18 e 22 °C, com tempo de 3 a 5 dias. As leveduras utilizadas na produção deste tipo de cerveja possuem maior capacidade

respiratória, acumulando-se mais na superfície. O que leva ao termo de “alta fermentação”. (ARAUJO et al., 2003).

Os estilos são uma forma de se classificar cervejas segundo um conjunto de critérios baseados em características de qualidade, ingredientes utilizados, processo de fabricação, história e cultura. A classificação de estilos permite que os cervejeiros e os consumidores consigam compartilhar um senso comum básico sobre determinada cerveja, auxiliam os cervejeiros na produção da bebida e ajudam a difundir a história e a cultura cervejeira. Há dois guias principais que classificam as cervejas, seguindo critérios específicos; são eles: BJCP (*beer judge certification program*) e B.A. (*brewers association*).

Além dos principais guias, existem duas principais escolas (alemã e belga) que trazem princípios na produção de cerveja. A escola alemã tem como uma de suas características uma forte presença de malte e pouca adição de lúpulo, gerando-se, portanto, cervejas mais adocicadas e não muito amargas. Por outro lado, a escola belga explora mais a fermentação do malte e o uso de especiarias, o que leva a cervejas mais frutadas, com maior variedade de sabores e aromas. (SANTOS, 2014)

Dry-hopping é uma técnica que vem sendo usada por cervejeiros para aumentar o aroma e sabor da cerveja por séculos. Ao longo do século 21, *dry-hopping* tornou-se significativamente um método popular dentre os mestres cervejeiros para intensificar o aroma lupulado da cerveja. O método aumenta tanto a estabilidade microbiológica quanto o sabor da bebida. (LAFONTAINE et al, 2018).

2 OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Produzir cerveja artesanal do tipo Belgian Saison classic utilizando a técnica de *dry-hopping*.

2.2. Objetivo específico

- Determinar parâmetros físico-químicos da cerveja;
- Determinação do tempo necessário para atenuação do extrato;

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. História

Estima-se que o homem iniciou sua jornada com bebidas fermentadas há 30.000 anos. Estudos apontam que a fabricação de cerveja teve início em torno de 8000 a.C. Esta bebida desenvolveu-se paralelamente a processos de fermentações de grãos e cereais, difundindo-se na antiguidade juntamente com culturas de milho, centeio e cevada no Egito, Babilônia e Suméria. (NEVES, 2011).

Através da história, variados tipos de bebidas alcoólicas feitas de uma gama de matéria-prima diferentes, como frutas, cana-de-açúcar, mel e cereais foram denominadas como “cerveja”. Se analisarmos muitas dessas bebidas com olhos contemporâneos, algumas se classificariam como vinho ou algum tipo de bebida destilada, mas precursores da nossa cerveja moderna foram encontrados em lugares de todos o mundo, incluindo Europa e Ásia. Não se sabe ao certo se a técnica de produzir cerveja foi descoberta em algum lugar específico e espalhado o conhecimento ao mundo ou se diferentes regiões descobriram independentemente. (POELMANS, 2011)

Cerca de 3000 a.C. a produção de cerveja tomou força no Egito antigo e as primeiras produções de cerveja na Europa datam na mesma época. Em sequência no império Grego, por volta de 500 a.C., os gregos fermentaram cerveja seguindo técnicas de seus ancestrais, contudo, havia uma preferência ao vinho e a cerveja era tratada como bebida de povos não civilizados. A mesma regra se aplicou ao império Romano, onde a cultura do vinho era imposta aos povos dominados. No século quinto, alemães conquistaram grande parte do oeste Romano e houve uma revitalização da cultura da cerveja tendo em vista que tribos alemãs consumiam quantidades consideráveis da mesma. (POELMANS, 2011)

No Brasil, a cerveja chegou com as colônias europeias. Inúmeros comerciantes se estabeleceram no país e passaram a vender a bebida até então desconhecida, que influenciou os costumes da época. A data do início da produção de cerveja no Brasil não pode ser dita com precisão, mas o documento mais antigo conhecido é um anúncio de venda de cerveja no Jornal do Comércio

do Rio de Janeiro em 27 de outubro de 1836. Naquela época, havia poucas cervejarias, todas artesanais, com unidades de produção em pequena escala. (SILVA, 2016)

3.2. Cerveja

O século 21, se mostrou muito favorável a cultura cervejeira, onde apresentou grande crescimento. A nova geração de micro cervejarias, disputando uma fatia do mercado por todo o mundo, o desenvolvimento tecnológico e o renascimento da produção caseira da bebida alcoólica simbolizam bons ares aos consumidores, ofertando novas diversidades e estilos de produtos. (MORADO, 2009).

Na cerveja, a água representa de 92 a 95% da sua composição total. Os cereais são fontes de proteínas, carboidratos fermentescíveis e minerais, em que o cereal mais utilizado nas cervejas é a cevada maltada. Em relação ao lúpulo, este fornece substâncias mineiras, resinas amargas, polifenóis, óleos essenciais, conferindo amargor a bebida além de propriedades antimicrobianas. A levedura realiza fator importante para determinação do sabor da cerveja, conferindo características próprias da bebida. (VENTURINI FILHO, 2005).

3.2.1. Água

Á água a ser trabalhada deve ser insípida, sem cheiro e com pH ideal entre 6,5 à 8. Para que seja favorável às enzimas do malte, quando ocorrer o contato entre água e malte. (MATOS, 2011).

A dureza da água é um fator que contribui para cervejas amargas por sua alta disposição de sais minerais. Por outro lado, a utilização de água leve favorece a produção de cervejas mais leves. Algumas cervejarias se estabelecem em locais em que há a possibilidade de explorar a água natural da região, tratando-a por osmose reversa e, posteriormente, adicionando sais minerais conforme a cerveja a ser produzida. (SANTOS et al., 2013)

A água, em quantidade, é o principal componente da cerveja e afeta significativamente a qualidade final do produto. Com os recursos tecnológicos atuais, o uso de água com teor de pureza e sais minerais adequados favorecem a produção de cerveja de boa qualidade. (MEGA et al, 2011).

3.2.2. Malte

O malte é obtido pela germinação parcial de grãos de cereais, sendo rico em açúcar. De forma geral, todos os cereais podem ser maltados, mas os exemplos mais comuns são na malteação de milho, trigo, centeio, aveia e cevada. (BRIGIDO et al, 2006).

No caso da cevada, a germinação para obtenção do malte há a ação de enzimas como a α -amilase e β -amilase (produzidas pelo metabolismo da própria semente) para que ocorra a hidrólise parcial do amido do endosperma em açúcares (maltose, glicose, maltotriose) que serão fonte de energia para o desenvolvimento do embrião. Para a preservação dessa atividade enzimática, seca-se o malte a baixas temperaturas, entre 50 e 60 °C, até que se atinja 23% de umidade. Depois de atingir esta etapa, efetuam-se pequenos aumentos na temperatura até que a umidade chegue a 6%. Após esse processo, o malte passa a ser tostado em temperaturas entre 70 a 80 °C (para maltes claros de elevada atividade enzimática) ou quando tostados entre 100 a 300 °C para maltes escuros (usados em pequenas quantidades para conferir cor, aroma e sabor a cerveja). (MATOS, 2011; PORTO, 2011).

3.2.3. Levedura

O fermento é o agente que será responsável por realizar a fermentação microbiológica no mosto cervejeiro dos açúcares. O fermento mais comum para este tipo de processo é a levedura *Saccharomyces cerevisiae*. Os fermentos de alta fermentação realizam o processo numa faixa entre 15 a 22 °C, atuando na parte alta do mosto, em um período de tempo entre 3 a 5 dias. Já os de baixa fermentação, trabalham entre 7 a 15 °C e atuam no fundo do tanque do fermentador, levando cerca de 10 dias. (MATOS, 2011)

3.2.4. Lúpulo

O lúpulo é responsável pelo sabor amargo e aroma acre que são característicos da cerveja. É uma planta trepadeira da família das urticárias, que

possui glândulas secretoras de resinas amargas. Na produção de cerveja utiliza-se somente as flores femininas, pois estas são as que contêm a “lupulina” (substância amarga). Ainda, a planta possui papel como agente bacteriostático e antiespumante. (BRIGIDO, 2006).

Os lúpulos podem ser comercializados na forma de pó, extrato, flores prensadas ou principalmente em “*pellets*”. De acordo com o estilo da cerveja, o tipo do lúpulo e suas respectivas concentrações são aplicados. Geralmente, a concentração varia de 1 a 5 gramas por litro (na forma de “*pellets*”). Contudo, quando utilizado na forma de extratos, as concentrações são menores pelo fato de o extrato ser mais concentrado. (SACHS, 2001).

3.3. Produção de cerveja

O processo mais comum de produção de cerveja pelas indústrias é em batelada e é utilizado para produzir cervejas pouco fermentadas. Evita-se perda de CO₂ fechando as dornas de fermentação e busca-se haver perfeito controle de temperatura usando serpentinas e camisas de refrigeração. (VIEIRA et. al, 2009).

3.3.1 Moagem do malte

A moagem constitui uma pré-etapa para a mosturação e influencia também no rendimento da brassagem, em que se busca solubilizar o máximo do conteúdo do grão do malte. As indústrias cervejeiras têm por preferência utilizar maltes de diversos com a ideia de obter um mosto mais padronizado. Em relação a moagem, existem duas formas para realizar: a seca e a úmida. Na moagem o malte não pode atingir granulação muito fina, o que torna lento a filtragem do mosto, ou muito grossa, o que tornaria difícil a hidrólise do amido. (VIEIRA et. al, 2009).

Este processo é puramente físico. Consiste em colocar o malte em um moinho e quebrar a casca da semente resultando na exposição do amido do endosperma do grão, e também aumentando a área para a ação das enzimas. As cascas do malte serão utilizadas para a filtragem do mosto e para não as

danificar o processo pode ser feito umidificando o malte, ou em solução aquosa. (CRUZ et al, 2008)

3.3.2. Mosturação ou brassagem

A mosturação é a mistura do malte moído com a água. A temperatura e o pH agem mutuamente para controlar a degradação do amido e proteínas. Ao final desse processo, há a extração de 65% dos sólidos totais do malte. (VIEIRA et al, 2009).

Portanto, o malte é adicionado em água quente (60 a 70 °C) e as enzimas que estão contidas no próprio grão maltado, influenciadas pela temperatura, iniciam a hidrólise do amido, transformando em açúcares fermentescíveis (glicose, maltose, maltotriose) e dextrinas. Nesse processo ocorre ainda a extração de outras substâncias como proteínas, taninos, vitaminas, etc. Levando em conta que diferentes faixas de temperaturas favorecem diferentes enzimas, gerando açúcares diferentes. Temperaturas mais altas são produzidas mais dextrinas resultando em cervejas mais adocicadas e, com temperaturas mais baixas, o resultado é de uma cerveja mais “seca” (sem doçura). (MATOS, 2011)

3.3.3. Filtração do mosto

A etapa de filtração pode ocorrer em vários tipos de equipamentos, sendo no Brasil o mais utilizado a tina de filtração, sendo de aço inoxidável e apresentando um fundo falso na forma de uma peneira. (VENTURINI FILHO, 2000)

A filtração é a separação do bagaço de malte (torta) do mosto. Este mosto clarificado chama-se primário. Realizada a extração do mosto primário, lava-se a torta com água quente com o intuito de extrair o máximo de açúcares remanescentes, gerando um mosto secundário. A mistura de ambos os mostos resulta no mosto misto (HORNSEY, 1999).

3.3.4. Fervura do mosto

A duração deste processo dura entre 60 a 90 minutos, com o objetivo de esterilizar e provocar a desnaturação das proteínas. Na fervura busca-se uma estabilização biológica; tendo em vista que o mosto é um ótimo local para desenvolvimento de microrganismos contaminantes; estabilização bioquímica, inativando as enzimas que ainda continuam ativas; estabilização físico-química, precipitando proteínas de cadeia longa por meio da desnaturação; extração dos componentes do lúpulo; concentração do mosto pela evaporação da água, atingindo a densidade desejada e formações de melanoidinas (combinação de açúcares e aminoácidos) substâncias que iram agir no sabor e aroma da cerveja. (CRUZ et. al, 2008)

3.3.5. Resfriamento

A etapa de resfriamento consiste em separar do mosto a parte sólida que está em suspensão, baixando a temperatura de fervura até atingir 12 °C para leveduras de baixa fermentação e 20 °C para leveduras de alta fermentação. Para o início da fermentação é muito importante aerar o mosto de forma estéril, contribuindo com a quantidade correta de oxigênio, cerca de 8 a 10 mg/L. Demasiado oxigênio acarreta em oxidação da cerveja gerando sabores indesejáveis. (MATOS, 2011).

3.3.6. Fermentação

Na fermentação ocorre a biotransformação do mosto com açúcares para a cerveja, através da atuação de organismos vivos (leveduras). Este é um ponto crucial na produção da cerveja e precisam ser levados em conta vários fatores como: concentração celular, informações de crescimento e morte da levedura, tempo e determinação de fim da fermentação. (VIEIRA et. al, 2009).

Nesta fase, açúcares são fermentados gerando etanol e gás carbônico em condições anaeróbicas, sintetizando ainda compostos de sabor e aroma relacionados a cerveja (subprodutos). Para cervejas de baixa fermentação a temperatura ideal é entre 8 a 11 °C em um período de cinco a sete dias, já para alta fermentação a temperatura ideal é entre 18 a 22 °C com duração entre 3 a 5 dias. (REINOLD, 1997)

Dentre os subprodutos gerados pelas leveduras são estes: dicetonas vicinais, aldeídos, álcoois superiores, ésteres e ácidos carboxílicos. Dos listados, as dicetonas vicinais são as mais críticas, pois pequenas concentrações (0,10 ppm) são suficientes para a percepção de sabor e odor indesejado. O monitoramento do VDK torna-se indispensável para controle de qualidade do produto final. (KLIEMANN, 2014)

3.3.7. Maturação

O processo de maturação é normalmente realizado a 0 °C e dura em média de 2 a 4 semanas. Nesta etapa, refina-se o sabor e aroma da bebida pela redução de diacetil, acetaldeído e ácido sulfídrico, além do aumento de ésteres. Nessa etapa ocorre uma fermentação secundária, evitando substâncias oxidantes que possam atingir o sabor e aroma da bebida, carbonatação parcial do produto e clarificação do líquido por sedimentação de fermento e outras substâncias em suspensão. (DRAGONE; ALMEIDA E SILVA, 2010).

3.3.8. Acabamento e embalagem

No acabamento ocorre a carbonatação da cerveja sobre pressão de cilindros de gás carbônico. A cerveja passa por um descanso em dornas de 24 horas antes da embalagem. A cerveja transferida a latas/garrafas é ultrafiltrada ou pasteurizada a cerca de 60 °C para garantir que os microrganismos deteriorantes sejam destruídos, sendo resfriada em seguida. O engarrafamento, em cervejarias industriais, é realizado em enchedoras rotativas, evitando contato manual. (VIEIRA et. al, 2009).

3.4. Saison ale

Segundo Beer Judge Certification Program (2015) este estilo apresenta de forma geral, impressões como sendo *ale* belga clara, refrescante e moderadamente amarga. Tipicamente com alta carbonatação e usando grãos de cereais diferentes da cevada e especiarias opcionais para complexidade. É um

estilo de cerveja que representa um grupo muito aromático, estes com características frutadas, condimentada e lupuladas evidentes. Este estilo engloba as seguintes propriedades:

Quadro 1: Propriedades físico-químicas do estilo *Season Ale*

IBUs	20 – 35
EBC	5 –14 (clara) 15 – 22 (escura)
OG	1.048 – 1.065 (padrão)
FG	1.002 – 1.008 (padrão)
ABV	3,5 – 5,0% (<i>table</i>) 5,0 – 7,0% (padrão) 7,0 – 9,5% (super)

Fonte: BJCP, 2015

3.3.5 Dry-hopping

O lúpulo é adicionado na fervura do mosto, porém, ele pode ser adicionado em outras fases da produção da bebida alcoólica, como na maturação ou após a fermentação, por exemplo. A utilização do lúpulo em temperaturas baixas denomina uma técnica chamada de *dry-hopping*. Os principais componentes do amargor na cerveja, os iso- α -ácidos, não são produzidos quando o lúpulo entra em contato com a bebida em temperaturas baixas, portanto, não influenciando no amargor. Porém, substâncias aromáticas são adicionadas a cerveja com a utilização da técnica, tornando-a mais “perfumada”, o que pode gerar, possivelmente, maior aceitação sensorial. (QUELHAS, 2017)

A lupulagem a frio ou *dry-hopping* produz maior concentração dos α -ácidos, mas não promove amargor por não haver isomerização das moléculas. A técnica aumenta a estabilidade da espuma e promove uma diminuição da deterioração do produto por bactérias. Devem ser levadas em consideração

neste processo o tempo de contato do lúpulo bem como sua dosagem.
(DOURADO, 2021)

4 METODOLOGIA

4.1 Produção

A seguir será descrito o processo da produção de 450 L da cerveja artesanal.

4.1.1 Insumos

Como fonte de extrato para a fabricação do mosto, foram utilizados cereais malteados e açúcar do tipo demerara. Quatro tipos de maltes foram utilizados, sendo eles malte pilsen, malte de centeio, malte de trigo e malte de cevada torrado, todos da marca *Viking Malt*®. O Açúcar demerara utilizado foi da marca *União*®, comprado em mercado local da cidade de Blumenau-SC.

Para a lupulagem na etapa de fervura e posteriormente para o *dry hopping*, foram utilizados lúpulos em *pallet* do tipo T90, sendo eles o *Mandarina Bavaria* de safra alemã, com 9,40% de alfa-ácidos e o *Styrian Golding Celeia*, de safra eslovena com 2,86 % de alfa-ácidos, ambos de safras de 2020 e da produtora *BarthHaas*®.

A levedura utilizada foi da marca *Bio4*®, de primeira geração e do tipo Saison II SY073, com viabilidade considerada de 100% e $1,59 \times 10^9$ células/ml.

A água utilizada foi proveniente da rede de abastecimento da cidade de Blumenau, sendo responsável pela distribuição da água o Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto. Foram necessários ajustes nos parâmetros físico-químicos durante o processo.

4.1.2 Moagem

A moagem seca e não condicionada foi realizada em moinho clássico de motor elétrico de 1 par de rolos, com espaçamento entre os rolos de 0,80mm. As quantidades foram de 66 kg de malte pilsen, 3,75 kg de malte de centeio, 3,83 kg de malte de trigo e 0,66 kg de malte de cevada torrada. Subsequente a moagem, o malte foi enviado a um silo antes de iniciar a mosturação através de um transporte de rosca sem fim.

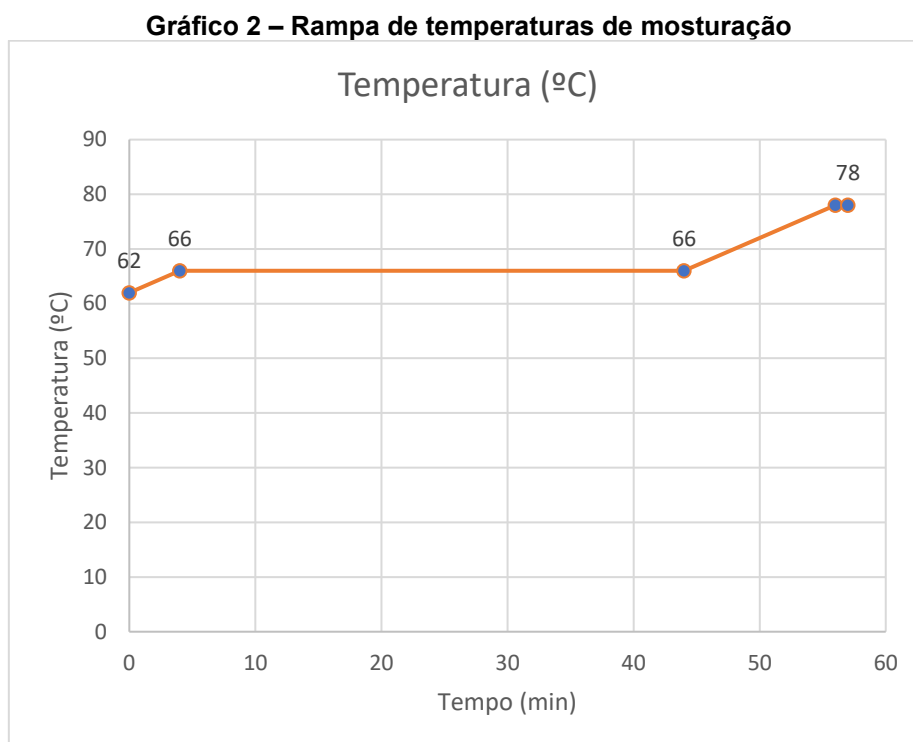
4.1.3 Equipamentos

A fabricação do mosto foi realizada em uma sala da brasagem tri bloco da fabricante *Zegla*, composta por tina de mostura, tina de filtração e tina de fervura e decantação. A capacidade máxima da sala para produção de mosto primário era de 900 L, sendo está ditada pelo limite volumétrico da tina de fervura. A sala era semiautomatizada, com controles de temperatura, agitação e programação das transferências do mosto feitas de forma automática. A carga máxima de malte suportada pela tina de filtração era de 226 kg/m², sendo a área de filtração da mesma de 1,32 m². Para a eficiência máxima da sala (80 %), o recomendado era a utilização de 128 kg/m² de malte. O resfriamento do mosto era proporcionado por um trocador de calor de placas resfriado por glicol a -4°C e com capacidade de 20 L/min.

O tanque fermentador utilizado tinha capacidade máxima de 1000 L, de fundo cônico e com aberturas superiores para dosagens e dreno no cone inferior para descarga. Para a realização do *dry hopping* foi utilizado o dispositivo “*bazooka*” com válvula para drenagem de oxigênio e pressurização com CO₂.

4.1.4 Mosturação

A mostura foi iniciada a uma temperatura de 62 °C fazendo a mistura de 200 L de água e da quantidade total de malte moído. Passados 5 minutos, foi feita a medição e ajuste do pH para 5,6 utilizando ácido fosfórico. Além disso foram adicionados 100 g de sulfato de cálcio diidratado e 60 g de cloreto de cálcio diidratado, visando corrigir a proporção de sulfatos-cloretos para 2/1. A rampa de temperatura foi iniciada em 62 °C com o aumento imediato para 66 °C a uma taxa de 1 °C/min, chegando a 66 °C a temperatura foi mantida por 40 minutos e logo após feito o aquecimento da mistura até 78 °C, na mesma taxa de aquecimento anterior, e assim encerrando o processo de mosturação.



Fonte: Autoria própria (2022)

Para a avaliação da total sacarificação durante o processo de mosturação, faltando 5 minutos para o último aumento de temperatura, foi realizado o teste de iodo (AMÉRICO, 2017), confirmando que a conversão enzimática tinha sido eficiente.

4.1.5 Filtração

A filtração foi realizada transferindo todo o mosto da tina de mostura para a tina de filtração, possuindo um fundo falso com distância entre os segmentos de 0,7mm. A própria casca do malte foi utilizada como elemento filtrante, sendo necessário a lavagem do bagaço de malte com mais 250 L adicionais de água.

4.1.6 Fervura e lupulagem

Após a clarificação, o mosto foi transferido para a tina de fervura e imediatamente iniciado o processo de aquecimento até a temperatura de fervura. Decorridos 5 minutos iniciais, foi feita medição e correção do pH para 5,2 usando ácido fosfórico. A lupulagem foi realizada em dois momentos, sendo a primeira adição aos 30 minutos com 1,2 kg de *Styrian Golding Celeia* e a segunda aos 50

minutos com 500 g de *Mandarina Bavaria*. Juntamente com a segunda adição de lúpulo, foi feita a adição de 6,3 kg do açúcar demerara. Durante a fervura foi feito o acompanhamento e verificação da correta condensação no dreno da tina de indesejáveis que volatizaram durante o processo.

4.1.7 Decantação, resfriamento e inoculação

Antes do início do processo de decantação, foi feita uma dosagem adicional de lúpulo *Mandarina Bavaria* de mais 200 g.

Na própria tina de fervura, ao final dos 60 minutos de processo de fervura, o mosto foi submetido a bombeamento tangencial da massa líquida, por 2 minutos, promovendo um movimento de rotação e a sedimentação do trub quente no centro do fundo da tina.

Após 15 minutos de repouso o mosto foi submetido ao trocador de calor de placas e tendo sua temperatura setada para 23 °C, passando por pedra sinterizada sendo feito a oxigenação estéril e enviado ao tanque fermentador previamente higienizado e esterilizado.

Após todo o mosto ter sido enviado ao fermentador, foi feita a inoculação da levedura *Bio4 Saison II SY073* na forma líquida com 3L da suspensão de células.

4.1.8 Fermentação e *dry-hopping*

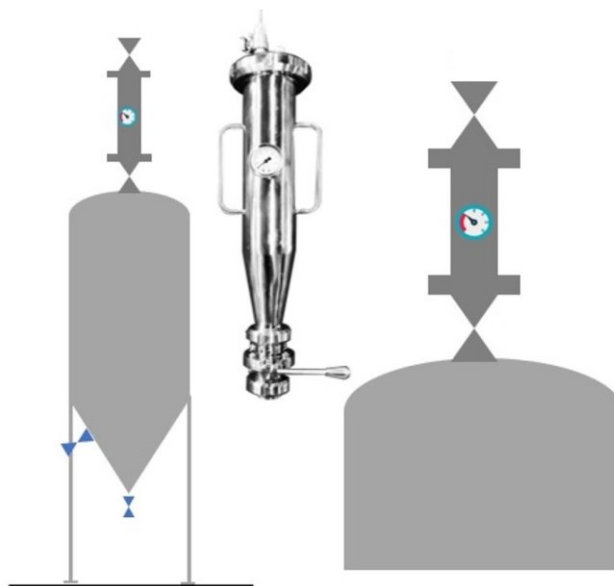
A temperatura foi mantida em 23 °C por 4 dias e então aumentada para 24° até que houvesse a atenuação do extrato e confirmação da análise da concentração de VDK, assim diminuindo a temperatura para próximo de 0° até o 20° dia.

Foram feitas medições de temperatura diariamente, de extrato nos 2°, 4°, 6°, 7° e 8° dias, e análise de VDK no 9° dia. As análises de álcool, cor e amargor foram feitas no produto final.

A técnica de *dry-hopping* foi feita no 10° dia de fermentação, já depois do tanque ter sua temperatura reduzida próxima a 0 °C. Para isto foi utilizada a técnica de *dry-hopping* estático, conforme descrito por GOMES *et al.* (2022). A dosagem do lúpulo *Mandarina Bavaria* foi de 3 g/L de cerveja. Para evitar a

incorporação de oxigênio no tanque, usou-se o dispositivo “bazooka”, conforme ilustrado.

Figura 1 – Representação esquemática do dispositivo bazooka



Fonte: GOMES *et al.* (2022)

O lúpulo em pellets foi adicionado ao dispositivo e em seguida foi feita a drenagem do oxigênio e pressurização utilizando CO₂, assim que a pressão do dispositivo igualou com a do tanque, o mesmo foi acoplado e então permitiu-se que o lúpulo caísse no tanque com a ação da gravidade.

4.2 Análises físico-químicas

4.2.1 Extrato e álcool

A determinação de álcool (v/v), extrato primitivo (°P), e extrato real foram feitas utilizando o equipamento Alcolyzer Beer da Anton Paar, cedido por uma cervejaria da região de Blumenau-SC. A amostra foi descarbonatada evitando a perda de álcool por evaporação, mas assegurando que o dióxido de carbono foi removido de modo que não possa interferir na análise e garantindo que a temperatura das mesmas estivessem em 20 °C.

Figura 2 – Equipamento Beer Analyzing System da Anton Paar



Fonte: ANTON PAAR (2022)

O alcoolyzer mede o teor de álcool da amostra descarbonatada espectrofotometricamente por determinação da absorbância de uma gama específica de álcool do espectro de infravermelho próximo (NIR). A densidade a 20 °C e o peso específico a 20 °C/20 °C são determinados na amostra por um medidor de densidade de tubos em U oscilante que é acoplado ao alcoolyzer do sistema analisador de cerveja. (ANTON PAAR, 2022).

4.2.2 Cor e amargor

A realização da análise de cor e amargor foram adaptadas de TOZETTO (2017). Para as análises a preparação das amostras foi realizada uma descarbonatação manual por agitação, ajustando a temperatura da cerveja para 20°C e fazendo a agitação, no início suavemente e depois vigorosamente, até que não ocorresse mais a liberação de gás na amostra. Foi evitada a perda de espuma e permitida que a espuma voltasse ao líquido no final da agitação.

A extração das substâncias amargas da cerveja foi feita pipetando 10ml da cerveja descarbonatada para um frasco volumétrico de 100ml, adicionando 1 ml de solução de ácido clorídrico e 20ml de iso-octano. E então feita a leitura em espectrofotômetro em cubeta de quartzo de 10mm, e o amargor determinado:

Equação 2 – Amargor em BU (*bitterness unit*)

$$\text{Amargor (BU)} = 50 \cdot A_{275}$$

Onde: A_{275} significa a absorvância a 275 nm em uma cubeta de quartzo de 10 mm.

A amostra para a leitura de cor teve uma preparação adicional que foi a filtragem em papel filtro, e na sequência a leitura em espectrofotômetro:

Equação 2 – Cor(EBC)

$$Cor (EBC) = 25 \cdot A_{430}$$

Onde: A_{430} significa a absorvância a 430 nm em uma cubeta de vidro de 10 mm.

4.2.3 Dicetonas vicinais (VDK)

Para essa análise a metodologia foi adaptada de *Analytica – EBC of the European Brewery Convention*. Para a determinação de VDK a amostra fria (4°C) foi tratada com 2 gotas de anti-espumante de silicone, e então destilado cerca de 20ml do produto. Cerca de 10ml do destilado foi separado e adicionado 0,5 ml de 0-fenilenodiamina, deixou-se descansar por 25 minutos e então adicionado 2 ml de ácido clorídrico 4 mol/L, 30 minutos antes da leitura no espectrofotômetro a 335 nm.

O teor de dicetonas vicinais expressa em mg/litro é dado pela fórmula abaixo:

Equação 3 – Teor de dicetonas vicinais (VDK)

$$VDK (mg/litro) = 2.5 \cdot (A_{335} - Abs)$$

Onde:

A_{335} = Absorvância a 335 nm

Abs = absorvância em 335 nm do branco (diacetil puro)

2,5 = fator fixo com base no mesmo procedimento utilizando soluções de diacetil puro

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Produção de cerveja

Durante o processo de fabricação foram acompanhados alguns parâmetros importantes para a produção da cerveja. O pH e as temperaturas de mosturação desempenham um papel importante no controle da conversão enzimática durante essa etapa. Foi necessário a correção do pH no início do processo para 5,6 usando ácido fosfórico alimentício, pois essa é a faixa ideal de conversão para as duas principais enzimas, α -amilase e β -amilase, que atuam na hidrólise do amido presente no malte (D'AVILA et al., 2009). Além disso foi escolhido uma rampa intermediária única nos 66 °C, visando a temperatura ótima de interface para otimização da conversão enzimática. O teste de iodo ao final do processo garantiu que todo o amido realmente foi convertido, pois esse caso venha a acompanhar o mosto nas etapas seguintes, pode causar turvação indesejada na cerveja por ser solúvel em água. (DA SILVA, et al. 2021).

Já na etapa de filtração foi acompanhada a efetividade da clarificação. O recomendado pelo fabricante era uma carga de malte de 121 kg/m² para melhor aproveitamento da eficiência da tina. Por conta da receita e volume produzido não ser o mais adequado para as dimensões da sala de brassagem, foi utilizada uma carga de cerca de 56 kg/m², menos da metade da recomendação.

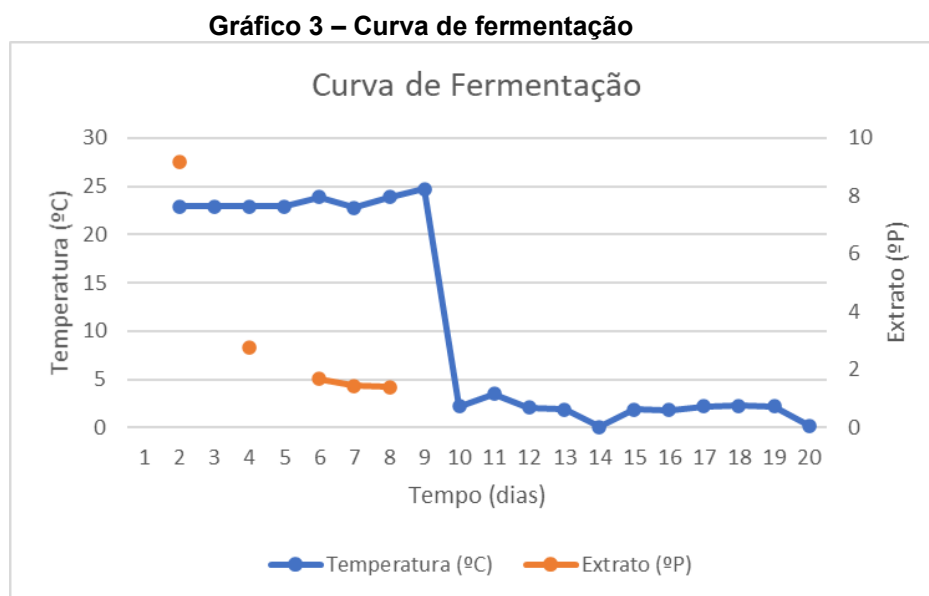
Figura 3 – Visor para acompanhamento da clarificação



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2022)

Durante a fervura foi acompanhado o comportamento do extrato antes e depois da adição de açúcar demerara, objetivando não fugir do extrato primitivo proposto para o estilo da cerveja. Antes da adição do açúcar, o extrato medido foi de 12 °P. Depois da adição do açúcar, ao final da fervura, o extrato medido foi de 13,5 °P, possibilitando que o processo continuasse sem a necessidade de considerar a diluição do mosto (BEER JUDGE CERTIFICATION PROGRAM, 2020).

Durante a etapa da fermentação, o objetivo foi medir e controlar dois parâmetros principais, a temperatura de fermentação e a atenuação do extrato. Conforme a evolução da fermentação acontecesse, o esperado é que a quantidade de extrato aparente reduzisse por conta da conversão dos açúcares fermentescíveis em biomassa, álcool e gás carbônico feita pela levedura (OLIVEIRA, 2011).



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2022)

Percebeu-se que entre o 7º e 8º dia de fermentação a variação no extrato aparente estava praticamente insignificante, indicando que o extrato residual da cerveja não era fermentescível pela levedura. Para definir que esse seria o período ótimo para iniciar a maturação da cerveja e diminuir a temperatura do tanque, foi necessário a verificação do resultado da análise de VDK, que apresentou 0,01ppm, estando abaixo do limite da legislação e sem riscos de prejudicar sensorialmente a cerveja, visto que o diacetil, um dos principais

composto do grupo das dicetonas vicinais, traz um aroma de manteiga indesejável para cervejas do tipo *Saison*. (KLIEMANN, 2014)

5.2 Características físico-químicas

O objetivo de realização das análises físico-químicas foi comparar o resultado da cerveja produzida com o esperado e proposto pelos guias de estilos. Tomando como base principal o *Beer Judge Certification Program*. Cinco parâmetros principais são analisados em uma cerveja para buscar uma classificação, sendo o extrato primitivo e extrato final, a cor, o amargor e o teor alcoólico.

Quando analisamos o extrato primitivo, com resultado de 13,5 °P, constatamos que o resultado foi muito próximo quando a medição foi feita ao final da fervura para acompanhamento do processo. O guia de estilos BJCP, diz que uma *Saison* deve ter extrato primitivo entre 12° e 15,88 °P, estando esse parâmetro dentro do que o guia recomenda. Para o extrato final que apresentou resultado de 0,75 °P, e representa a quantidade de açúcares não fermentescíveis, foi possível constatar que o mesmo também se encontra aderente a recomendação do guia de estilos, que prevê esse parâmetro entre 0,51 °P e 1,8 °P.

O teor alcoólico medido no produto final foi de 6,79 %v/v, que é resultado da bioconversão dos substratos presentes no mosto pela levedura. As fontes desse substrato são principalmente os açúcares convertidos por ação enzimática durante o processo de mosturação e da dosagem direta de açúcar demerara na etapa de fervura. Considerando que a recomendação para esse estilo de cerveja varia de 3,5 %v/v até 9,5 %v/v, é possível considerar que este parâmetro atendeu a recomendação sendo classificado como “standard” em relação a teor alcoólico.

O resultado para a cor foi de 14,27 EBC. Quando comparado ao guia, que prevê uma faixa de 5 a 43 EBC, esse não seria um parâmetro difícil de atender a recomendação, visto que a cor é facilmente ajustada pela utilização de maltes torrados.

O amargor foi o único parâmetro que não atendeu a recomendação do guia, tendo seu resultado analítico de 41,6 IBU, onde o guia previa uma recomendação de até 35 IBUs para o estilo. Esse fator pode ser explicado pela

dosagem de lúpulo na fervura ter sido dimensionada para trazer maior conversão de alfa-ácidos e assim atender a requisitos sensoriais não previstos nesse trabalho, mas que ainda assim eram de suma importância para o desenvolvimento da receita.

6 CONCLUSÃO

Realizou-se uma produção de cerveja no estilo *belgian saison classic* em pequena escala de forma artesanal, utilizando da técnica de *dry-hopping* no décimo dia após início da etapa de fermentação seguindo uma dosagem de lúpulo (*Mandarina Bavaria*) correspondente a 3 g/L próximo a 0 °C.

Durante a etapa de produção, controlou-se alguns parâmetros principais, obtendo como resultado 12 °P no início da fervura e 13,5 °P ao final da fervura e depois da adição de açúcar demerara. O período total de fermentação foi de 9 dias, com os quatro primeiros a 23 °C e no quinto dia elevou-se um grau até o nono dia, após a análise de VDK com resultado de 0,01 ppm, finalizou-se o processo de fermentação e iniciou-se a maturação.

A cerveja teve como resultado IBU igual a 41,67; EBC 14,27; extrato primitivo 13,47 °P; extrato real 0,75 °P; e ABV 6,79 %. Comparando com as recomendações do guia de estilos, apenas o IBU atingiu um valor fora da recomendação devido a escolha de maior lupulagem durante a fervura.

REFERÊNCIAS

ANALYTICA – EBC of the European Brewery Convention, Method 9.24.1, **Vicinal Diketones in Beer: Spectrophotometric Method.**

ANTON PAAR. **Determination of the alcohol content in kombucha with AlcoLyzer 3001 Beer.** Application Reports. 2022.'

ARAÚJO, F. B.; SILVA, P. H. A.; MINIM, V. P. R. **Perfil sensorial e composição físico-química de cervejas provenientes de dois segmentos do mercado brasileiro.** Ciênc. Tecnol. Aliment., v. 23, n. 2, p. 121-128, 2003.

BCJP - **Beer Judge Certification Program 2015 Style Guidelines** (2015), disponível em: <http://www.bjcp.org/docs/2015_Guidelines_Beer.pdf>. Acesso em 5 jun. 2022.

BRASIL. **Decreto n. 6871, de 04 de junho de 2009.** Regulamenta a Lei n. 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas.

CERVBRASIL - **Associação Brasileira da Indústria da Cerveja.** Anuário, 2016. Disponível:http://www.cervbrasil.org.br/arquivos/anuario2016/161130_CervBrasilAnuario2016_WEB.pdf. Acesso em: 05/06/2022

D'AVILA, Roseane Farias, CRUZ, Juliana Mendieta, LEITÃO, Angelita Machado, RODRIGUES, Rosane da Silva. **pH e acidez total durante a produção de chope tipo pilsen.** XVIII CIC. XI ENPOS. I Mostra Científica. 2019.

DE OLIVEIRA, Nayara Aline Muniz. **Leveduras utilizadas no processo de fabricação da cerveja. Monografia.** Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2011.

DOURADO, Rafael Antônio Seabra. **Estudo comparativo da lupulagem em processo de dry hopping dinâmico em cervejaria artesanal.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2021

DRAGONE, G.; ALMEIDA E SILVA, J. B. Cerveja. In: VENTURINI FILHO, W. G. (Coord.). **Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**. São Paulo: Edgard Blücher, cap. 2, p. 15-50. 2010

EVANGELISTA, R. R. **Análise do processo de fabricação industrial de cerveja**. 2012. 52f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Tecnologia em Biocombustíveis. Faculdade de Tecnologia de Araçatuba, Araçatuba, 2012.

GARCIA-CRUZ, C. H.; FOGGETTI, U.; DA SILVA, A. N. **Alginato bacteriano: aspectos tecnológicos, características e produção**. Química Nova, São Paulo, v. 31, n. 7, 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422008000700035&script=sci_arttext. Acesso em: 5/06/2022

GOMES, Fábio de Oliveira, GUIMARÃES, Bernardo Pontes, CEOLA, Duan, GHESTI, Grace Ferreira. **Advances in dry hopping for industrial brewing: a review**. Food Sci. Technol, 42^oed. Campinas – SP. 2022.

HORNSEY, I. **Elaboración de cerveza: microbiología**, bioquímica y tecnología. Zaragoza: Acribia, 1999. 229 p.

JUNIOR D., A. A., VIEIRA, A. G., & Ferreira, T. P. **Processo de Produção de Cerveja**. *Revista Processos Químicos*, 3(6), 61-71. <https://doi.org/10.19142/rpq.v03i06.p61-71.2009>

MATOS, R. A. G. **Cerveja: Panorama do Mercado, Produção Artesanal, e Avaliação de Aceitação e Preferência**. 2011. 78f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Agronomia. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

MEGA, Jéssica Francieli; NEVES, Etney; ANDRADE, Cristiano José de. **A produção de cerveja no Brasil**. Revista Citino, v. 1, n. 1, p. 34-42, 2011.

MORADO, R. **Larousse da cerveja**. São Paulo: Larousse do Brasil, 2009.

LAFONTAINE, Scott R.; SHELLHAMMER, Thomas H. Impact of static dry-hopping rate on the sensory and analytical profiles of beer. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 124, n. 4, p. 434-442, 2018.

KLIEMANN, Natane Cristini. **Monitoramento das dicetonas vicinais durante o processamento da cerveja**. 2014. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, 2014.

POELMANS, Eline et al. A brief economic history of beer. **The economics of beer**, v. 1, 2011.

PORTO, Paula D. de. **Tecnologia de fabricação de malte: uma revisão**. 58 f. Monografia (Engenharia de Alimentos) – Departamento Acadêmico de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

QUELHAS, João Olavo Figueiredo. **Avaliação do processo de dry-hopping durante a maturação de cervejas artesanais**. 2017.

REINOLD, M. R. **Manual prático de cervejaria**. São Paulo: Aden. 214 p. 1997.

SACHS, L. G. **Cerveja**. Fundação Faculdades "Luiz Meneghel" Bandeirantes – PR, 2001.

SANTOS, J.I; DINBAM, R; ADAMES, C. **O essencial em cervejas e destilados**. 2ª ed. rev. e amp. - São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2013.

SANTOS, Vinicius Cassar Kfuri. **Uma análise empírica sobre as preferências do consumidor brasileiro de cervejas artesanais**. 2014. Tese de Doutorado.

SILVA, Danielle Ferreira, DE SOUZA, Patrick Gomes, ALBUQUERQUE, Patrícia Melchionna. **Evaluation of the effectiveness of the main colloidal stabilization methods of the american lager beer**. Brazilian Journal of Development, Vol 7, No. 4. 2021.

SILVA, Hiury Araújo; LEITE, Maria Alvim; PAULA, ARV de. Cerveja e sociedade. **Contextos da Alimentação–Revista de Comportamento, Cultura e Sociedade**, v. 4, n. 2, 2016.

VEJA, **Brasileiro bebeu mais cerveja em 2021 mesmo sem Carnaval e festivais**. Disponível em: [http:// https://veja.abril.com.br/economia/brasileiro-bebeu-mais-cerveja-em-2021-mesmo-com-restricoes-sociais//](http://https://veja.abril.com.br/economia/brasileiro-bebeu-mais-cerveja-em-2021-mesmo-com-restricoes-sociais//). Acesso em: 05/06/2022

VENTURINI FILHO, W. G. **Tecnologia de Bebidas: Matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, Legislação, Mercado**. São Paulo, Edgard Blücher, 550 p, 2005.

VENTURINI FILHO, W. G. **Tecnologia de cerveja**. Jaboticabal: Funep, 2000. 83 p.

WEI, A., MURA, K., & SHIBAMOTO, T. **Antioxidative activity of volatile chemicals extracted from beer**. Journal of Agricultural and Food Chemistry. v. 49, p.4097– 4101, 2001.