



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA
CENTRO DE ENGENHARIAS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA QUÍMICA

MAX MAERTY MACIEL OLEGARIO

**ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO PRODUTIVO DE CERVEJA
ARTESANAL NA CERVEJARIA BACURIM – MOSSORÓ/RN**

MOSSORÓ/RN

2022

MAX MAERTY MACIEL OLEGARIO

**ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO PRODUTIVO DE CERVEJA
ARTESANAL NA CERVEJARIA BACURIM - MOSSORÓ/RN**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
à Universidade Federal Rural do Semi-
Árido, campus Mossoró, como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Química.

Orientador: Rafael Barbosa Rios
Supervisor de estágio: Vlagner Chaves
Medeiros – Cervejaria Bacurim

MOSSORÓ/RN

2022

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

O45a Olegário, Max Maerty Maciel.
Acompanhamento do processo produtivo de
cerveja artesanal na Cervejaria Bacurim-
Mossoró/RN / Max Maerty Maciel Olegário. - 2022.
34 f. : il.

Orientador: Rafael Barbosa Rios.
Relatório (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia
Química, 2022.

1. Cerveja Artesanal. 2. Cervejaria Bacurim.
3. Engenharia Química. I. Rios, Rafael Barbosa,
orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência

Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva

CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

MAX MAERTY MACIEL OLEGARIO

**ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO PRODUTIVO DE CERVEJA
ARTESANAL NA CERVEJARIA BACURIM - MOSSORÓ/RN**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
à Universidade Federal Rural do Semi-
Árido, campus Mossoró, como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Química.

DATA DA APROVAÇÃO: 25 / 11 / 2022

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Rafael Barbosa Rios
UFERSA
Presidente

Prof. Dr. Álvaro Daniel Teles Pinheiro
UFERSA
Membro Interno

Bel. Vlagner Chaves Medeiros
Membro Externo

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me presentear com saúde, disposição e as condições necessárias para conquistar todos os meus objetivos, sem ele, nada disso existiria.

Agradeço também aos meus pais e toda a minha família, que sempre me apoiaram em todas as minhas decisões e nunca me deixaram fraquejar, mesmo todas as vezes que pensei em desistir do curso, sempre tive as forças renovadas após uma breve conversa com algum deles.

Agradeço à Kelrem, minha noiva, que esteve ao meu lado em todos os momentos, me dando forças e sempre me aconselhando da melhor maneira.

Agradeço a todos os meus colegas de Universidade que contribuíram direta ou indiretamente para que eu possa ter chegado até aqui.

Quero agradecer também ao meu orientador, Rafael Rios, por aceitar conduzir o meu trabalho e ter contribuído com o seu vasto conhecimento, estando sempre disponível quando foi requerido.

Agradeço ao meu supervisor de estágio, Vlagner, e a todos que fazem parte da Cervejaria Bacurim, que me receberam de braços abertos e contribuíram para o meu crescimento profissional e pessoal.

Agradeço a Banca Examinadora, por aceitarem o convite de acompanhar o meu trabalho e pela atenção.

RESUMO

A cerveja é uma das bebidas mais consumidas no mundo, composta basicamente por água, malte e lúpulo. Este líquido tão famoso é consumido desde a antiguidade e vem sendo aperfeiçoado desde sua criação. Hoje em dia, a maior produção de cerveja vem do processo industrial, em larga escala, mas, o processo artesanal de produção de cerveja também foi sendo aperfeiçoado durante o tempo, e nos dias atuais, existem várias cervejarias artesanais, que buscam produzir cervejas com maior qualidade, sabor e aroma.

Por se tratar de um processo mais manual e lento, a produção de cerveja artesanal consegue alcançar resultados extremamente satisfatórios, e, com isto, vem ganhando cada vez mais admiradores. A maioria das cervejarias artesanais procura dar sua cara a cerveja que produz, através de diferentes receitas que seus mestres cervejeiros criam. Nesse cenário, foi criada em 2014 a Cervejaria Bacurim, localizada em Mossoró/RN, com o intuito inicialmente de produzir cervejas para amigos e familiares degustarem. Hoje, a Bacurim produz cerveja para atender a uma demanda de várias cidades e acabou se tornando uma das maiores cervejarias artesanais do estado. Esta cervejaria já produz 17 tipos de cervejas de forma fixa, sendo que alguns outros tipos são produzidos somente em épocas comemorativas ou festivais. Entretanto, informações sobre o processo produtivo do tipo de cerveja produzido na Bacurim ainda são escassas na literatura, além de serem recentes o suficiente para permitir que melhorias sejam feitas.

Dito isto, se fez necessário acompanhar o processo produtivo nesta cervejaria, com a finalidade de monitorar, estudar e se possível, melhorar este processo, aplicando, para isso, os conhecimentos adquiridos no curso de bacharelado em Engenharia Química. No estágio foi possível acompanhar e auxiliar em todas as etapas da produção das cervejas artesanais fabricadas na cervejaria, e estas etapas serão descritas no presente trabalho.

Palavras-Chave: Cerveja Artesanal; Cervejaria Bacurim; Engenharia Química

LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Fluxograma do processo produtivo da Cervejaria Bacurim.....	17
Figura 2 – Moinho de Rolos da Cervejaria Bacurim.....	18
Figura 3 – Cozinha da Cervejaria Bacurim	19
Figura 4 – Pannel de controle da cozinha.....	19
Figura 5 – Tanque de filtração sob recirculação	21
Figura 6 – Tanque de Fervura da Cervejaria Bacurim	22
Figura 7 – Trocador de Calor da Cervejaria	23
Figura 8 – Mosto e gás oxigênio sendo inseridos no fermentador	24
Figura 9 – Alguns dos fermentadores utilizados na Cervejaria Bacurim	25
Figura 10 – Máquina de rotulagem.....	26
Figura 11 – Máquina de lavar barris.....	27
Figura 12 – Garrafas sendo envasadas.....	28

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1	A cerveja	11
2.2	Matéria-prima da cerveja	11
2.2.1	Água Cervejeira	11
2.2.2	Malte de cevada	12
2.2.3	Lúpulo.....	12
2.2.4	Leveduras.....	13
2.2.5	Adjuntos.....	13
2.3	Processo de Produção da Cerveja Artesanal.....	13
2.3.1	Maltagem	13
2.3.2	Moagem	13
2.3.3	Mosturação	14
2.3.4	Filtragem e Clarificação	14
2.3.5	Fervura.....	15
2.3.6	Resfriamento.....	15
2.3.7	Aeração	15
2.3.8	Fermentação.....	16
2.3.9	Maturação	16
2.3.10	Envase.....	16
3	ATIVIDADES ACOMPANHADAS NA CERVEJARIA	17
3.1	Moagem do malte.....	17
3.2	Cozinha	18
3.3	Mosturação.....	20
3.4	Filtragem	20
3.5	Fervura	21
3.6	Resfriamento do mosto.....	22
3.7	Passagem e aeração.....	23
3.8	Fermentação	24
3.9	Maturação	25
3.10	Rotulação	25
3.11	Sanitização dos recipientes.....	26

3.12	Envase	27
3.12.1	Garrafas.....	27
3.12.2	Barris.....	28
4	SUGESTÕES DE MELHORIA	29
4.1	Área Física	29
4.2	Cilindros de gás.....	29
4.3	Nível dos fermentadores.....	29
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30
6	REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

Segundo o Art. 36, do Decreto nº 9.902, de 8 de julho de 2019, a cerveja é definida como a bebida que resulta da fermentação alcoólica do mosto cervejeiro, através da ação de leveduras e com adição de lúpulo ou extrato de lúpulo (BRASIL, 2019), onde este mosto é proveniente do malte de cevada e água potável, com a possibilidade de ser adicionado adjuntos ao decorrer do processo (DINSLAKEN, 2015).

A cerveja é uma bebida que vem sendo consumida ao longo dos anos, e não se tem noção exata de quando foi criada. A cerveja esteve presente na maioria dos grandes encontros, festas e comemorações que ocorreram ao longo da história, desde os tempos mais antigos (ESCOHOTADO, 1996).

No decorrer do tempo, seu processo de produção foi sendo aperfeiçoado, e o que era um processo primitivo, nos dias atuais, já é feito até mesmo em escala industrial.

Mesmo com todos os avanços tecnológicos que foram sendo adotados para a produção de cerveja, a produção artesanal nunca saiu de cena. Pelo contrário, cervejarias artesanais vêm ocupando cada vez mais espaço no mercado.

Esse crescimento na aceitação ocorre pelo fato da cerveja artesanal se tratar de um produto diferenciado, no que se refere a qualidade e inovação, visto que, além de seus ingredientes básicos, também são adicionadas iguarias em sua fabricação, resultando em produtos singulares, onde cada cervejaria imprime sua identidade nos tipos de cerveja que produzem.

A produção de cerveja artesanal gera um custo mais elevado em relação a produção industrial, mas, o público-alvo deste produto está disposto a pagar mais por um produto de maior qualidade e sofisticação (MAPA, 2020).

No Brasil, o número de cervejarias artesanais cresce a cada ano. Em 2014 surgiu a Cervejaria Bacurim, localizada em Mossoró/RN. Esta cervejaria vem em constante crescimento desde sua criação, e hoje já é considerada uma das maiores cervejarias artesanais da região. A cervejaria que começou como hobby, já se tornou referência no município. No entanto, informações sobre o processo produtivo de cervejas do tipo que são produzidas na Bacurim ainda são escassas na literatura, além de serem recente o suficiente para permitir que melhorias possam ser feitas.

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo apontar e detalhar todas as etapas do processo produtivo realizado na Cervejaria Bacurim, bem como, demonstrar possíveis melhorias, possibilitando uma melhor eficiência do processo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cerveja

Existem registros de que a cerveja já existia a milhares de anos atrás, alguns deles, anteriores até mesmo a escrita, mas não se sabe ao certo quando ela surgiu. Em documentos muito antigos, encontrados em cidades construídas em 6.000 a.C, são encontrados símbolos que caracterizam a cerveja como moeda de troca naquela época (SILVA, 2016).

Acredita-se que a descoberta da cerveja tem a ver com a massa do pão, por se tratar de um produto fermentado através de leveduras, e que, quando molhada, se transformava em uma espécie de pão líquido, o que seria a forma primária da cerveja.

No Brasil, a cerveja chegou junto com as colônias europeias, mas só por volta de 1836 que se tem notícias de documentos que comprovam sua existência no país. Segundo Silva (2016), nesta época, o número de cervejarias existentes era pequeno, todas artesanais, e somente a partir de 1860 que surgiram novas cervejarias que foram aumentando até a chegada da Primeira Guerra Mundial.

Somente após o surgimento das primeiras máquinas compressoras frigoríficas, foi possível a produção de cerveja em escala industrial, visto que, desta forma, foi possível um maior controle de temperatura no processo de fermentação (SANTOS, 2003).

2.2 Matéria-prima da cerveja

A cerveja é composta basicamente por 4 ingredientes, são eles: a água, o malte de cevada, o lúpulo e as leveduras. A importância de cada componente será discutida a seguir.

2.2.1 Água Cervejeira

A água é a matéria-prima mais abundante na produção de cerveja e compõe algo em torno de 95% da bebida (VENTURINE FILHO, 2010). Este ingrediente deve ser de boa qualidade, e caso não apresente uma composição química adequada, deve ser purificado. A água deve ser livre de impurezas e não pode apresentar cloro, cheiro, cor ou sabor, para que não seja alterada a qualidade da cerveja (TOZETTO, 2017).

Outro fator que deve ser controlado na água é o seu pH, visto que, vai depender da região onde a fábrica está localizada. É ideal que se tenha um pH ácido, pois, facilita a atividade enzimática do grão de cevada, e, deste modo, ocorre um aumento de maltose. Como consequência, isso gera um aumento do teor alcoólico (OLIVEIRA, 2011). O pH ideal da água cervejeira é de 5,2 a 5,5 (KASVI, 2019).

2.2.2 Malte de cevada

A malteação se trata de um processo que é feito em alguns tipos de grãos, sendo possível “maltear” o trigo, a cevada, entre outros. Este processo tem a função de quebrar a dormência do grão (REBELLO, 2009). A cevada se torna o cereal mais utilizado pelo fato do seu alto teor de amido, e pela quantidade de proteínas que podem ser extraídas, que serão necessárias para nutrir as leveduras (AQUARONE et al., 2001).

Para transformar a cevada em malte, os grãos necessitam estar em condições ideais de germinação, e, quando o grão inicia o processo onde está próximo a gerar uma nova planta, este processo é encerrado por meio da secagem (JUNIOR et al. 2009). As enzimas são criadas neste intervalo, e irão ser de fundamental importância para a produção da cerveja.

Segundo Reinold (2010), “O malte possui influência decisiva nas características da cerveja, pois a combinação correta irá determinar a cor final, sabor, sensação na boca, corpo e aroma da cerveja”.

2.2.3 Lúpulo

O lúpulo é uma planta cientificamente conhecida como *Humulus lupulus linnaeus*, pertencente a ordem das Rosales e da família *Cannabaceae* (ALMAGUER et al., 2014). As flores do lúpulo apresentam dois gêneros, macho ou fêmea, mas sua reprodução só é exercida através das flores macho (FARAG; WESSJOHANN, 2012).

No ramo cervejeiro, o lúpulo é caracterizado como o “tempero” da cerveja, e ele é o responsável pelo amargor e pelo aroma apresentados nesta bebida. O lúpulo pode ser encontrado no mercado cervejeiro com variado teor de amargor e em diferentes formas, seja na forma de flores secas, extrato ou *pellets* (SILVA, 2019).

2.2.4 Leveduras

As leveduras são microrganismos pertencentes ao Reino Fungi, e são responsáveis pela fermentação do mosto cervejeiro, transformando os açúcares presentes no mosto em álcool, gás carbônico e outros subprodutos (CARVALHO, 2006).

As leveduras utilizadas na indústria cervejeira têm duas classificações, a *Saccharomyces carlsbergensis*, conhecida por produzir cervejas *lager*, e a *Saccharomyces cerevisiae*, conhecida por produzir cervejas *ale* (WALKER, 2000).

As leveduras do tipo *ale* são descritas como de alta fermentação, e as do tipo *lager* como de baixa fermentação (CARVALHO, 2006).

2.2.5 Adjuntos

Os adjuntos são compostos formados basicamente por carboidratos não maltados que têm a finalidade de suplementar ou complementar o malte de cevada, com o intuito de agregar sabores, aromas entre outras características (BANDINELLI, 2015).

2.3 Processo de Produção da Cerveja Artesanal

2.3.1 Maltagem

A maltagem é o processo de preparação do malte que será usado para fazer a cerveja. Neste processo os grãos de cevada são germinados para posteriormente passarem por uma secagem com o objetivo de encerrar o processo de germinação, pois, não é necessário que sejam criadas raízes nos grãos.

Geralmente as cervejarias artesanais não fazem este processo, ou seja, o malte chega na cervejaria já pronto para ser moído e iniciar a produção.

2.3.2 Moagem

Na moagem o grão de malte é quebrado através do moinho, com a finalidade de expor seu endosperma. Isto é fundamental para que o amido obtido seja hidrolisado de forma mais eficiente no processo de mosturação. A moagem pode ser executada em moinhos de rolos, de discos ou de martelos (VENTURINI FILHO, 2010).

A etapa está ligada diretamente com a velocidade das transformações físico-químicas, rendimento, clarificação e qualidade da cerveja produzida (DRAGONE; ALMEIDA; SILVA, 2010).

2.3.3 Mosturação

Na mosturação o malte moído entra em contato com a água e são transformados no mosto. Nesta etapa será necessário submeter o mosto à diferentes temperaturas por períodos de tempo determinados, de modo que o amido se solubilize, como também, as enzimas proteolíticas e de sacarificação sejam ativadas (MORADO, 2009). Este controle de temperatura durante certos períodos de tempo é chamado de rampa de temperatura.

Esta é a etapa mais complexa, pois, o processo enzimático vai depender de vários fatores além da temperatura e do tempo, tal como, a acidez do meio, a qualidade do malte, o produto da moagem e o pH (BOULTON, 2013).

As enzimas de maior interesse nesta etapa são a β -amilase e a α -amilase. Suas respectivas temperaturas de atuação juntamente com o pH ótimo podem ser vistos na Tabela 1.

Tabela 1– Temperatura de atuação das enzimas e pH ótimos

Enzimas	β -amilase	α -amilase
Temperatura de atuação (°C)	55-65	67-72
pH ótimo	5,0-5,5	5,3-5,7

Fonte: Adaptado de Palmer, 2006.

2.3.4 Filtragem e Clarificação

Ao final da mosturação, o mosto é transferido para o tanque de filtragem, onde vai ocorrer a separação entre o líquido e os resíduos sólidos que restaram. Neste tanque, a filtragem ocorre por meio de um fundo falso instalado e os próprios resíduos sólidos também atuam como meio filtrante (ESTEVINHO, 2015).

Nesta etapa ocorre uma recirculação do mosto por um certo período de tempo, até o mosto estar o mais límpido possível. Posteriormente o mosto filtrado é enviado para o tanque de fervura, e os grãos que ficaram retidos no filtro irão passar por uma lavagem, também com recirculação. A finalidade da lavagem é extrair o máximo de açúcares dos

grãos, que são responsáveis por dar corpo a cerveja (ANNEMÜLLER; MANGER, 2013).

Logo após, o produto da lavagem se junta ao restante do mosto presente no tanque de fervura, onde vai acontecer a próxima etapa.

2.3.5 Fervura

O objetivo principal da fervura é esterilizar o mosto para que possa receber a levedura, além de ocorrerem transformações como a desnaturação proteica, a eliminação de compostos sulfurosos, a concentração e o escurecimento do mosto (ESTEVINHO, 2015).

Esta etapa dura entre 60 e 90 minutos, e pode variar de acordo com o tipo de cerveja a ser produzida (TOZETTO, 2017). É também nesta etapa onde serão adicionados os lúpulos, seja o de amargor, no início da fervura, ou seja o que caracteriza o aroma, pouco antes do fim da fervura.

Ao fim da fervura é feito um *whirlpool*, que consiste em fazer o mosto centrifugar dentro do tanque, afim de concentrar as partículas sólidas no centro do tanque (DINSLAKEN, 2015). Estas partículas são chamadas de *trub*, e são resultado da coagulação de proteínas, da presença de compostos do lúpulo, de polifenóis e de carboidratos que não foram totalmente hidrolisados na mostura (Priest e Stewart, 2006; Barchet, 1993).

2.3.6 Resfriamento

O resfriamento do mosto deve ser feito logo após o término da fervura, e sob as devidas condições assépticas, para que não ocorram reações químicas indesejadas ou contaminações por microrganismos (DRAGONE; ALMEIDA; SILVA, 2010).

2.3.7 Aeração

Após o resfriamento do mosto, este irá seguir para os fermentadores. Porém, antes disto, gás oxigênio deve ser incorporado ao mosto, para que a levedura possa iniciar seu processo de multiplicação celular (MUXEL, 2016). A aeração deve ser feita de maneira adequada para facilitar a ação das leveduras e para que possam ser retirados compostos que poderiam causar turbidez na cerveja (VENTURINI, 2010).

2.3.8 Fermentação

A etapa de fermentação inicia após serem inoculadas as leveduras. Estas irão atuar consumindo os açúcares presentes no mosto para transformar em álcool e gás carbônico.

Subprodutos também são formados durante a fermentação, devido à carboidratos fermentáveis presentes no mosto, e alguns deles são responsáveis por características da cerveja, como o aroma (DRAGONE; ALMEIDA; SILVA, 2010).

A quantidade de leveduras utilizadas vai depender da quantidade de mosto que irá ser fermentado. Já a temperatura e o tempo de fermentação irão depender do tipo de cerveja que irá ser produzida, seja do tipo *ale* ou *lager* (OETTERER, REGITANO-D'ARCE e SPOTO, 2006).

2.3.9 Maturação

Após a etapa de fermentação, a cerveja ainda não se encontra totalmente pronta, em razão de ainda haver uma certa quantidade de material em suspensão, sendo necessária mais uma etapa para ajustar suas características e alcançar o que se deseja.

Na maturação vai ocorrer o refino do sabor e do aroma da cerveja, a sua clarificação, e também, a eliminação de substâncias sulfonadas que são arrastadas pelo CO₂ (ALVISI, 2011).

O processo de maturação se inicia diminuindo as temperaturas para entre 0 e 3 °C. Desta maneira, a fermentação principal vai parar, dando espaço para a fermentação secundária ocorrer, onde as leveduras irão trabalhar para metabolizar certos compostos indesejados que poderiam interferir no sabor e propriedades da cerveja. Portanto, a maturação se torna uma etapa fundamental nas cervejarias artesanais.

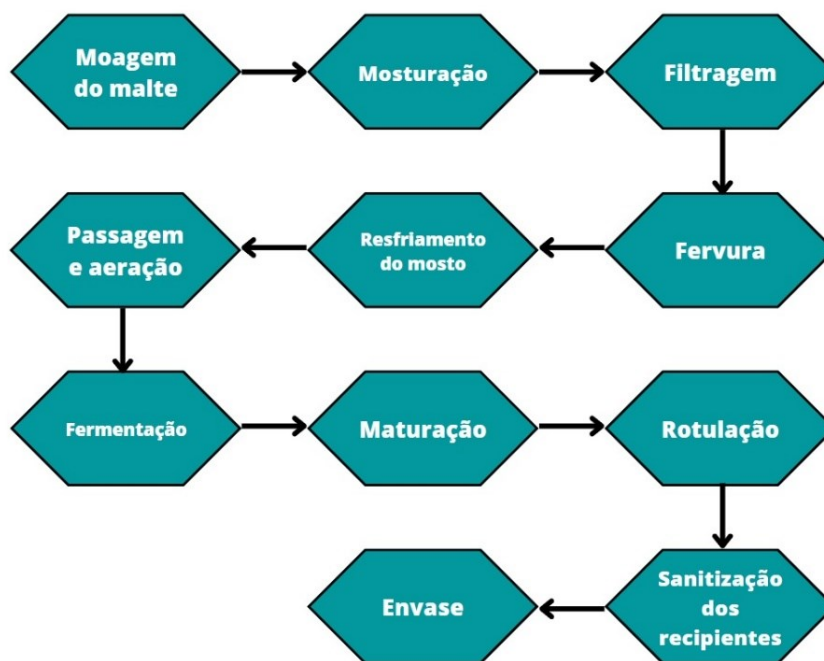
2.3.10 Envase

O envase é a etapa final do processo, mas que também deve ter alguns cuidados para no final entregar um produto de qualidade, visto que, a bebida está saindo dos fermentadores que se tratam de um ambiente controlado, para garrafas e barris, que se encontram no ambiente externo. Desta maneira, deve haver todo um cuidado em relação a sanitização tanto dos barris e garrafas, como também, das mangueiras e instrumentos que serão utilizados neste processo.

3 ATIVIDADES ACOMPANHADAS NA CERVEJARIA

Neste tópico serão apresentadas todas as atividades que foram acompanhadas e auxiliadas durante o estágio na Cervejaria Bacurim. A Figura 1 apresenta um fluxograma demonstrando todas estas etapas.

Figura 1– Fluxograma do processo produtivo da Cervejaria Bacurim



Fonte: Autoria Própria.

3.1 Moagem do malte

A cervejaria adquire o malte em sacos contendo 25 kg, pronto para ser moído e utilizado na brassagem. Logo, a etapa de maltagem não é feita no local.

Geralmente o malte é moído no dia anterior à produção, para não haver contratempos. O moinho utilizado na Cervejaria Bacurim é o de rolos (ver Figura 2), muito eficaz para o que se é requerido.

Figura 2 – Moinho de Rolos da Cervejaria Bacurim



Fonte: Autoria Própria.

Os grãos de malte entram por cima do moinho, e descem por gravidade até tocarem os 2 rolos que os trituram, e logo são armazenados em sacos. O cuidado é para que os sacos com grãos triturados não fiquem muito pesados, assim o transporte até o tanque de mostura é facilitado. A máquina produz bastante barulho, sendo aconselhado o uso de protetores auriculares.

A quantidade de malte a ser moído irá depender do tipo de cerveja que será produzida. O mestre cervejeiro fica responsável por especificar todas as receitas, como também, quando serão feitas.

3.2 Cozinha

A cozinha da cervejaria é uma das maiores da região, contando com 3 tanques interligados em série, conforme apresentado na Figura 3. Da esquerda para a direita na Figura 3, o tanque 1 é o de mosturação, o tanque 2 é o de filtração, e o tanque 3 é onde ocorre a fervura.

Figura 3 – Cozinha da Cervejaria Bacurim



Fonte: Autoria Própria.

Os tanques 1 e 2 contam com motores para agitação e uma bomba interligada às tubulações para a movimentação do mosto entre os tanques. Os tanques 1 e 3 possuem sistema para aquecimento, como também, sensores de temperatura.

Todo o sistema de aquecimento é ligado ao painel de controle (ver Figura 4) situado na plataforma acima dos tanques, e funciona tanto de forma automática como manual. Já os motores de agitação e a bomba também são ligados ao painel, mas, só funcionam de forma manual.

O sistema de aquecimento é semelhante à um fogão, onde existem 3 bocas no fundo de cada tanque, por onde o gás sai e entra em combustão por acendimento elétrico. Os cilindros de gás ficam situados na parte de fora da cervejaria, em um local adequado.

Figura 4 – Painel de controle da cozinha



Fonte: Autoria Própria.

3.3 Mosturação

A etapa de mosturação ou brassagem é iniciada adicionando o malte moído ao tanque de mostura contendo a água cervejeira aquecida e em seguida é iniciada a agitação. Nesta etapa ocorre o cozimento do malte através das rampas de temperaturas, permitindo que o amido seja convertido em açúcares fermentáveis através da ativação das enzimas de maior interesse, a β -amilase e a α -amilase.

As temperaturas e os tempos adotados nas rampas de temperatura são os que proporcionem a melhor conversão para as enzimas citadas acima. Na cervejaria a rampa funciona da seguinte maneira:

- Inicialmente a água cervejeira é aquecida até 60 °C. Neste instante o malte moído é adicionado ao tanque de mosturação até que seja atingida a temperatura de 62 °C. A enzima β -amilase começa a converter o amido presente no tanque. O sistema é mantido a temperatura constante de maneira automática durante 50 minutos.
- Ao se passarem os primeiros 50 minutos, a temperatura é aumentada mais uma vez, até atingir e estabilizar em 71 °C, onde a enzima α -amilase começa a converter o amido em açúcares fermentáveis. Esta etapa tem duração de 20 minutos.
- Por fim, ao término da segunda etapa, a temperatura é aumentada novamente até atingir 78 °C. Neste momento, a atividade enzimática deixa de existir.

3.4 Filtragem

Após o fim da mosturação, o mosto segue para o segundo tanque para ser filtrado e se livrar das partículas de grãos que não são mais necessárias. Este tanque (Figura 5) apresenta um fundo falso perfurado que irá auxiliar na filtragem, mas, os grãos que são depositados sob o fundo falso também servirão como meio filtrante.

Assim que o mosto chega no tanque de filtragem, passa um tempo sob agitação e depois a agitação é interrompida. Isto ocorre para os grãos se estabilizarem e não surgirem caminhos preferenciais quando estiverem servindo como meio filtrante. Tão logo os grãos se estabilizam, é iniciada uma recirculação no tanque, que servirá para proporcionar um

líquido mais limpo, também auxiliando na sua clarificação.

Figura 5 – Tanque de filtragem sob recirculação



Fonte: Autoria Própria.

Após o fim da primeira etapa de filtragem, o mosto segue para a etapa de fervura e as partículas de grão que ficarem retidas no fundo falso sofrerão uma lavagem com água cervejeira aquecida previamente.

Em seguida ocorre uma nova etapa de filtragem e recirculação no tanque. Este processo servirá para extrair mais mosto destas partículas, que posteriormente se juntarão ao mosto inicial para a etapa de fervura.

3.5 Fervura

Nesta etapa o mosto chega ao último tanque (Figura 6), onde é aquecido até 100 °C, atingindo a fervura. Sua finalidade principal é a esterilização da mistura. Também é neste momento que são adicionados o lúpulo e algum outro adjunto que seja requerido na receita. O tipo de lúpulo utilizado também irá depender do tipo de cerveja a ser produzida, sendo administrado no início e pouco antes do fim do processo. A fervura ocorre de maneira automática e tem uma duração de 60 minutos.

Figura 6 – Tanque de Fervura da Cervejaria Bacurim



Fonte: Autoria Própria.

3.6 Resfriamento do mosto

Após o fim da fervura, é necessário que o mosto seja resfriado para poder ser transferido para os fermentadores, de modo a atingirem uma temperatura próxima a da fermentação. O tanque conta com uma camisa de resfriamento, e a bomba auxilia no resfriamento circulando o mosto no tanque.

Esta primeira etapa de resfriamento serve para diminuir a alta temperatura que o líquido se encontra ao final da fervura. Já o resfriamento final é feito por um trocador de calor de placas (ver Figura 7) instalado ao lado do tanque.

Figura 7 – Trocador de Calor da Cervejaria



Fonte: Autoria Própria.

3.7 Passagem e aeração

Ao final de todo o processo de preparação do mosto, é chegada a hora de transferi-lo para o fermentador, onde a mistura finalmente é transformada em cerveja. O processo é simples: uma mangueira esterilizada é conectada à saída do trocador de calor, e a outra extremidade é ligada a um acessório que está conectado ao fermentador.

Com um cilindro de gás oxigênio ligado a este acessório, é possível a entrada do mosto juntamente com a adição deste gás no fermentador (ver Figura 8). Isto servirá para ajudar as leveduras a se multiplicarem.

Figura 8 – Mosto e gás oxigênio sendo inseridos no fermentador



Fonte: Autoria Própria.

3.8 Fermentação

Após o mosto chegar aos fermentadores e atingir a temperatura necessária para a fermentação, é chegado o momento de inocular as leveduras para que elas possam iniciar o processo. A temperatura de fermentação vai depender do tipo de cerveja desejado. Já a quantidade de leveduras adicionadas irá depender tanto da quantidade de mosto a ser fermentado, como também, do tipo de cerveja a ser produzida.

Na Cervejaria Bacurim, as leveduras podem ser utilizadas como vêm da indústria ou podem ser reaproveitadas das cervejas já fermentadas. Este segundo processo gera uma grande economia para a fábrica.

Para o reaproveitamento das leveduras, é feita uma coleta nos fermentadores onde as cervejas já estão prontas. As leveduras coletadas irão ser classificadas pelo número de vezes que forem reaproveitadas e serão armazenadas a baixas temperaturas.

As leveduras reaproveitadas uma vez são denominadas de geração 1. As que forem reaproveitadas pela segunda vez serão denominadas de geração 2 e assim por diante. Na Cervejaria Bacurim só são utilizadas as leveduras até a geração 2.

Quando as leveduras a serem utilizadas forem “novas”, será necessário que elas sejam hidratadas e depois se acostumem com o meio antes de irem para os fermentadores (ver Figura 9). Ou seja, é retirado uma pequena quantidade de mosto, onde as leveduras

são adicionadas, e somente após um certo tempo, a mistura mosto/levedura poderá ser inoculada no fermentador principal.

Figura 9 – Alguns dos fermentadores utilizados na Cervejaria Bacurim



Fonte: Autoria Própria.

3.9 Maturação

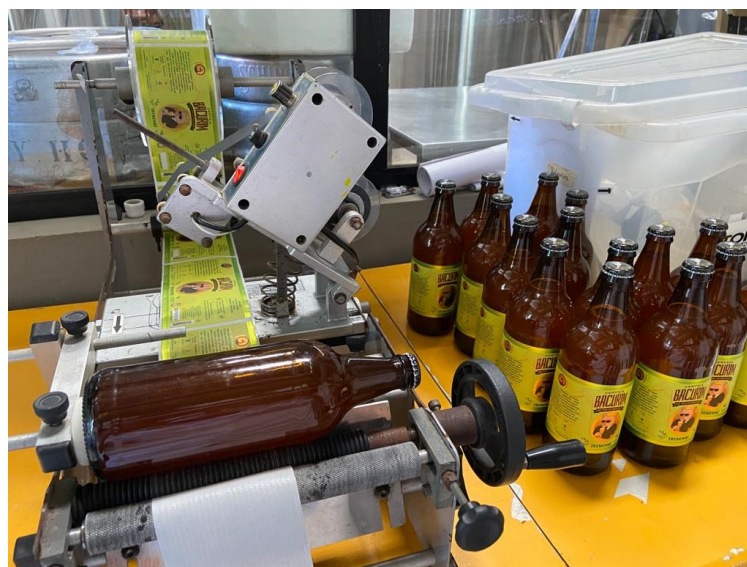
Ao final da fermentação, a cerveja está quase pronta. A temperatura dos fermentadores é diminuída e é necessário de 1 a 4 semanas para que a cerveja possa alcançar seu máximo sabor, aroma e qualidade. Na Cervejaria Bacurim são produzidos mais de 17 tipos de cerveja, e em alguns destes tipos será necessário um cuidado especial, podendo ser no tempo de maturação, na adição de mais lúpulo ou na adição de especiarias para alcançar as características desejadas.

3.10 Rotulação

A rotulação das garrafas é feita por meio de um equipamento próprio para isto. Este processo é um pouco lento, pelo fato de o equipamento só colocar um rótulo por vez.

A Figura 10 mostra o equipamento utilizado na cervejaria.

Figura 10 – Máquina de rotulagem



Fonte: Autoria Própria.

3.11 Sanitização dos recipientes

Na Cervejaria Bacurim são utilizados garrafas e barris. Ambos os recipientes passam por um processo de limpeza e sanitização rigoroso antes do produto ser envasado, e, existe um equipamento próprio para cada recipiente. As garrafas são lavadas com uma solução de ácido peracético e água. Já para os barris é necessário um cuidado a mais, pois se tratam de recipientes retornáveis, logo, também é necessária uma etapa utilizando um desincrustante. No caso, uma solução com hidróxido de sódio (soda cáustica) e água aquecida.

A máquina de lavar barris (Figura 11) conta com uma resistência acoplada a um recipiente onde é possível aquecer a solução água/soda cáustica e circular pelos barris. A ordem de limpeza dos barris começa passando água filtrada, depois a solução água/soda cáustica, seguindo de água filtrada novamente para, enfim, circular a solução de água e ácido peracético.

Figura 11 – Máquina de lavar barris



Fonte: Autoria Própria.

3.12 Envase

3.12.1 Garrafas

A Cervejaria Bacurim envasa garrafas de 355 e 600 mL. Os dois tipos podem ser envasados na mesma máquina (Figura 12), sendo necessário apenas trocar alguns acessórios. A máquina envasa duas garrafas por vez, e é operada de forma manual, sendo necessário bastante cuidado em relação ao limite de cerveja no gargalo e principalmente a quantidade de CO₂ administrado na garrafa, qualquer erro pode resultar em estourar as garrafas.

Para um envase eficiente é necessário monitorar a pressão de onde a cerveja está sendo retirada (fermentador ou barril) e também a pressão nas garrafas. Por isso, um cilindro de CO₂ é conectado tanto onde a cerveja está sendo retirada, como na máquina de envase.

A cada rodada de envase é inserido o gás nas garrafas antes de liberar a entrada de cerveja. Deste modo, a pressão é controlada e não haverá tanta espuma, o que poderia dificultar o processo.

Figura 12 – Garrafas sendo envasadas



Fonte: Autoria Própria.

3.12.2 Barris

Os barris são envasados diretamente dos fermentadores, e também é necessário o controle de pressão nos dois recipientes, de modo que a pressão no barril seja sempre menor que a pressão no fermentador, possibilitando assim, que a cerveja percorra a mangueira até o barril por meio da diferença de pressão entre eles. Como o barril é de metal e não é possível ver através dele, só se sabe que está cheio quando a cerveja começa a vazar pela parte superior do barril.

4 SUGESTÕES DE MELHORIA

Durante o estágio foram observadas algumas dificuldades que serão comentadas neste tópico.

4.1 Área Física

A Cervejaria Bacurim possui uma das melhores e maiores fábricas da região, estando em constante crescimento. Já conta com 13 fermentadores, sendo que 2 deles foram recentemente adquiridos, e existem planos para adquirir mais unidades.

A fábrica possui uma extensa área, mas que já se encontra totalmente comprometida com os equipamentos. Então, em breve será necessária uma ampliação do espaço físico ou mudar para um local mais amplo, visto que, a falta de espaço já está comprometendo a eficiência de alguns processos, como por exemplo, o envase, pelo fato de alguns fermentadores não poderem ser alcançados pela máquina de envase, que se encontra acoplada à uma mesa com rodas, sendo necessário às vezes conectar várias mangueiras juntas ou, no último caso, ser necessário encher um barril e fazer o envase do barril.

4.2 Cilindros de gás

Na fábrica a todo momento estão sendo manuseados cilindros de gás. Alguns deles são muito grandes e pesados, dificultando seu transporte pela área da fábrica, como também, correndo risco de haver algum acidente.

Uma sugestão de melhoria para este processo seria conectar uma tubulação de gás em locais estratégicos, visando os locais onde o gás é mais utilizado, desta maneira, os cilindros ficariam armazenados em um local e só seria necessário conectar uma mangueira à tubulação mais próxima do local onde for ser utilizada.

4.3 Nível dos fermentadores

Outra dificuldade observada na cervejaria é não ser possível saber o nível de cerveja nos fermentadores mais novos, inclusive nos maiores, que podem armazenar até 1000 litros de cerveja, nesse caso, a quantidade de cerveja retirada é sempre registrada

para se ter uma ideia de quanto da bebida ainda está disponível no tanque.

Alguns fermentadores mais antigos da cervejaria contam com uma mangueira acoplada ao lado, por onde pode ser observado o nível de cerveja no tanque, o que pode ser uma saída para os demais fermentadores, ou até mesmo, investir em um sistema mais moderno, onde se possa saber a quantidade exata de líquido que está presente nos fermentadores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao decorrer do estágio realizado na Cervejaria Bacurim, localizada na cidade de Mossoró/RN, houve a possibilidade de atuar em todas as etapas do processo produtivo de cervejas artesanais. Foi um processo bastante trabalhoso, cuidadoso e demorado, mas, que se torna recompensador quando se tem o produto finalizado.

A Cervejaria foi uma etapa de grande importância na carreira profissional do estagiário, onde foi possível, além de aprender o dia-a-dia em uma fábrica de cerveja, também, auxiliar em tarefas que demonstraram na prática a teoria aprendida no curso de Engenharia Química. Este aprendizado pode ser levado não só para outras fábricas de cerveja, mas também para outras áreas de atuação, onde o engenheiro químico enfrentará situações parecidas ou não, mas, que poderão ser contornadas com a experiência adquirida durante o estágio.

6 REFERÊNCIAS

ALMAGUER, C.; SCHONBERGER, C.; GASTL, M.; ARENDT E. K.; BECKER, T. ; **J. Inst. Brew** . 2014, 120, 289.

ANNEMÜLLER, G.; MANGER, H. J. **Processing of various adjuncts in beer production**. Alemanha: VLB Berlin, p. 150 - 152, 2013.

AQUARONE, Eugênio; BORZANI, Walter; SCHMIDELL, Willibaldo; LIMA, Urgel de Almeida. **Biotecnologia Industrial**. São Paulo: Blucher, p. 91 á 144, 2001.

ALVISI, F. **Manual de Treinamento Técnico Cervejeiro**. AmBev, 2011.

BARCHET, R. **Hot Trub: Formation and removal. Brewing Techniques**, v.1, n.4. 1993.

BANDINELLI, Paola Cunha. **Estudo de Caso de Melhoria no Processo de Mosturação de uma Cervejaria no RS**. 2015. TCC (Engenharia Química), UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/131362>>, Acessado em: 14/10/2022.

BOULTON, C. **Encyclopedia of Brewing. United Kingdom**: Wilwy-Blackwell. 707 p. 2013.

BRASIL. **Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994**. Padroniza, classifica, registra e inspeciona, a produção e a fiscalização de bebidas (Revogado pelo Decreto 9.902 de 8 de julho de 2019). Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2019.

CARVALHO, G.B.M., BENTO, C.V., ALMEIDA e SILVA, J.B. **Elementos biotecnológicos fundamentais no processo cervejeiro**: 1ª. Parte- As leveduras. Revista Analytica, v.25, p.36 - 42, 2006.

DINSLAKEN, DANIEL. **Manual do cervejeiro caseiro: Um guia completo para iniciantes**. CONCERVEJA - Congresso nacional de cerveja. 2ª Edição. 2015.

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

ESCOHOTADO, A. **La história Elemental de lãs drogas**. Barcelona: Anagrana, 1996. Acessado em: 14/09/2022.

ESTEVINHO, L. M. **Leveduras e fermentações: O caso da cerveja. Jornadas de lúpulo e cerveja: novas oportunidades de negócio**. p. 10-16, 2015.

FARAG, M. A.; WESSJOHANN, L. A. **Cytotoxic effect of comercial Humulus lupulus L. (hop) preparations – In comparison to its metabolomic fingerprint**. Journal of Advanced Research, Cairo, v. 4, n. 4, p. 417–421, 2012.

JUNIOR, Amaro A. D.; VIEIRA, AntoniaG.; FERREIRA, Taciano P.. **Processo de produção de cerveja**. Revista Processos químicos. Faculdade de Tecnologia Senai Roberto Mange, Anápolis-GO, jul\dez de 2009.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Anuário da cerveja 2020**. Brasília: MAPA, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/ptbr/assuntos/noticias/com-crescimento-de-14-4-em-2020-numero-de-cervejarias-registradas-no-brasilpassa-de-1-3-mil/anuariocerveja2.pdf>. Acesso em: 25/08/2022.

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

MUXEL, Prof. Dr. Alfredo A. **Fundamentos de Fabricação de Cerveja: Dia de Brassagem**. Livro: Química da Cerveja, 2016. Disponível em: https://amuxel.paginas.ufsc.br/files/2017/03/Brassagem_SNCT_alunos.pdf. Acessado em: 15/10/2022.

OETTERER, M.; REGITANO-D'ARCE, M.A.B.; SPOTO, M.H.F. **Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Barueri, SP: Manole, 612p, 2006.

OLIVEIRA, Nayara Aline Muniz de. **Leveduras Utilizadas no Processo de Fabricação da Cerveja**. 2011. TCC (Especialização em Microbiologia), UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte – MG. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-99VHHA/1/195.pdf>>, Acessado em: 28/10/2022.

PALMER, J. J. **How to Brew: Everything You Need to Know to Brew Beer Right the First Time**. Brewers Publications, 2006

PRIEST, F. G.; STEWART, G. G. **Handbook of Brewing**. 2 ed. Flórida: CRC Press and Taylor & Francis Group, 2006. 829p.

REBELLO, Flávia Floriani. Produção de Cerveja. **Revista Agrogeoambiental**, [S. l.], p. 145-155, 17 dez. 2009.

REINOLD, Mathias. **Reações enzimáticas e físico-químicas que ocorrem durante a malteação da cevada**. Veículo: Revista Indústria de Bebidas– ano 9 – nº 55. Data/Edição: 2010.

KASVI. **PH na Produção da Cerveja Artesanal: Contribuições para o Processo Produtivo**. 2019. Disponível em: <<https://kasvi.com.br/ph-serveja-artesanal/>>, Acessado em: 26/09/2022

SANTOS, S. P. **Os Primórdios da Cerveja no Brasil**. Ateliê Editorial. 1 ed, Cotia, 2003.

SILVA, Hiury Araújo. **Cerveja e Sociedade**. Tese – Faculdade de Nutrição, Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2016.

SILVA, CAMILA. **Caracterizações Químicas dos Primeiros Cultivares de Lúpulo (*Humulus lupulus* L.) Produzidos no Brasil**. 2019. Dissertação (Mestrado em agroquímica) - Centro De Ciências Exatas, Naturais e da Saúde – CCENS, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, 2019. Disponível em: <http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/11068/1/tese_12800_Disserta%C3%A7%C3%A3o%20CAMILA%20TAIANY%20DELFINO%20SILVA_201920190424-

134027.pdf>, Acessado em: 26/09/2022.

TOZETTO, Luciano Moro. **PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL ADICIONADA DE GENGIBRE (*Zingiber officinale*)**. 2017. 80 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

VENTURINI FILHO, Waldemar Gastoni. **Bebidas Alcoólicas: Ciência e Tecnologia**. V. 1. Editora Blucher, São Paulo, 2010.

WALKER, GM. **Yeast Technology**. In: *Yeast Physiology and Biotechnology* (ed. John Wiley & Sons), pp. 265-320, Wiley, Scotland, 2000.