



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

DANIEL JÔNATAS DE OLIVEIRA FREITAS

**ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO PRODUTIVO DA CERVEJARIA
NORDESTINA LTDA**

MOSSORÓ/RN

2021

DANIEL JÔNATAS DE OLIVEIRA FREITAS

**ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO PRODUTIVO DA CERVEJARIA
NORDESTINA LTDA**

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

Orientador: Prof. Francisco Wilton
Miranda da Silva

MOSSORÓ/RN

2021

©Todos os direitos estão reservados à 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 tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência (SIR)

F862a Freitas, Daniel Jônatas de Oliveira. Acompanhamento do processo produtivo da Cervejaria Nordestina LTDA / Daniel Jônatas de Oliveira Freitas. - 2021. 33 f. : il. Orientador: Francisco Wilton Miranda da Silva. Relatório (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de , 2021. 1. Cerveja Artesanal. 2. Cervejaria Nordestina. 3. Processo Produtivo. I. Silva, Francisco Wilton Miranda da, 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

DANIEL JÔNATAS DE OLIVEIRA FREITAS

**ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO PRODUTIVO DA CERVEJARIA
NORDESTINA LTDA**

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

Orientador: Prof. Francisco Wilton Miranda da
Silva

DATA DA APROVAÇÃO: 11/11/2021

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Francisco Wilton Miranda da Silva
UFERSA
Presidente



Allison Ruan de Moraes Silva
Mestre em Engenharia Química
Membro Examinador



Cíntia Mara de Souza
Bacharela em Engenharia Química
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família por sempre me apoiar em todas as minhas decisões e por serem tão compreensivos e por terem me dado todo apoio e estrutura necessária.

A minha esposa, Francisca Mariana de Sousa Bezerra, que apesar de muitas noites dormir sozinha por eu ter que virar madrugadas estudando, sempre me apoiou e incentivou a correr atrás dos meus sonhos.

A minha filha Annie Sophie de Sousa Freitas, que veio ao mundo durante meu período de graduação e, apesar de tantas dúvidas e dificuldades, me fez ter ainda mais forças para seguir em frente e de nunca desistir de meus objetivos.

Agradeço aos meus professores pelos ensinamentos passados, e que apesar de muitos tropeços sofridos, estavam sempre lá para me estenderem a mão e fazer com que continuasse minha caminhada.

Agradecimento especial ao meu orientador, Wilton Miranda, por ter me acompanhado durante esses últimos meses da graduação e por ter me aceitado como orientando.

Agradeço a Luana Talita pela oportunidade de estágio na Cervejaria Nordestina, e também aos demais companheiros de trabalho, em especial a Anderson que me indicou para essa vaga de estágio, pelo grande acolhimento na empresa.

Agradeço a Banca Examinadora pela disponibilidade.

Agradeço aos amigos de vida e aos quais essa graduação me apresentou por todos os momentos compartilhados.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma me auxiliaram nesse caminho tão difícil, mas também tão prazeroso. Obrigado a todos que sonharam junto comigo e que mesmo sem saberem, não me deixaram desistir.

RESUMO

Criada no ano de 2019 e funcionando desde então, a Cervejaria Nordestina, apesar de ser uma das mais novas cervejarias artesanais da região, já apresenta um mercado consumidor fiel na cidade de Mossoró e região contando com um processo de produção regular, visando atender a sua demanda. Focando na produção de sua própria cerveja artesanal, principal produto e o maior diferencial em relação aos seus concorrentes, a empresa realiza e preza por um cuidado minucioso em cada etapa de seu processo produtivo afim de manter seu alto padrão de qualidade. Logo, torna-se necessário identificar as particularidades em cada fase da fabricação do produto, bem como ir se familiarizando com o processo, desde a moagem do malte até o envase final passando também pela parte de higienização e sanitização afim manter a qualidade da cerveja produzida. Com isso, esse trabalho tem como objetivo descrever as principais atividades trabalhadas durante o tempo de estágio além de agregar um maior conhecimento prático das responsabilidades de um engenheiro químico atuando em sua função. O período de estágio foi importantíssimo na aplicação prática da teoria aprendida durante o período de graduação. A empresa ofereceu totais condições para o aprendizado e no desempenho das atividades necessárias durante o período.

Palavras-chave: Cerveja artesanal. Processo produtivo. Cervejaria Nordestina.

ABSTRACT

Created in 2019 and operating since then, Cervejaria Nordeste, despite being one of the newest craft breweries in the region, already has a loyal consumer market in the city of Mossoró and region, relying on a regular production process, aiming to meet its needs demand. Focusing on the production of its own craft beer, the main product and the biggest difference in relation to its competitors, the company performs and values a meticulous care at each stage of its production process in order to maintain its high-quality standard. Therefore, it is necessary to identify the particularities in each phase of product manufacturing, as well as to get familiarized with the process, from the malt grinding to the final filling, also passing through the part of sanitization and sanitization in order to maintain the quality of the beer produced. With that, this work aims to describe the main activities worked during the internship, in addition to adding a greater practical knowledge of the responsibilities of a chemical engineer acting in his role. The internship period was very important in the practical application of the theory learned during the graduation period. The company offered full conditions for learning and performing the necessary activities during the period.

Keywords: Craft beer. Productive process. Cervejaria Nordeste.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Coloração de cervejas variadas afetadas pelo tipo de malte.....	13
Figura 2 – Fluxograma do processo.....	16
Figura 3 – Moinho de rolos.....	20
Figura 4 – Grãos de malte após serem moídos.....	21
Figura 5 – Filtros de água sendo dois de quartzo (à esquerda e ao centro) e um de carvão ativado (à direita)	22
Figura 6 – Painéis de brassagem composta pelas painéis 1 (à direita), painel 2 (ao centro) e painel 3 (à esquerda)	22
Figura 7 – Painel 1 com seu fundo falso.....	23
Figura 8 – Altura do fundo falso na painel 1.....	23
Figura 9 – Conexões entre as painéis 2 e 3 para a etapa de fervura.....	25
Figura 10 – <i>Whirlpool</i> formado na painel.....	26
Figura 11 – <i>Chillers</i> utilizados na refrigeração.....	27
Figura 12 – Fermentador.....	28
Figura 13 – Envase em barris de 50 L ou 30 L.....	29
Figura 14 – Envase em garrafas de 600 ml ou <i>growlers</i> de 1L.....	29
Figura 15 – Máquina de envase a contrapressão.....	30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

O_2	Gás oxigênio
CO_2	Gás carbônico
DMS	Dimetil sulfito

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1 – Sobre a empresa.....	12
2.2 – Tipos de cerveja.....	12
2.3 – Matérias Primas	13
2.3.1 – Água	13
2.3.2 – Malte	13
2.3.3 - Lúpulo.....	14
2.3.4 - Levedura	14
2.4 – Fermentação Alcoólica	15
2.5 – Etapas do processos de produção da cerveja artesanal.....	15
2.5.1 – Moagem	16
2.5.2 – Mosturação.....	16
2.5.3 – Recirculação, filtração e lavagem	17
2.5.4 – Fervura	17
2.5.5 – Resfriamento do mosto	18
2.5.6 – Fermentação e Maturação	18
2.5.7 – Envase	19
3. ATIVIDADES REALIZADAS.....	19
4. SUGESTÕES DE MELHORIAS NO SETOR DE ATUAÇÃO.....	30
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
6. REFERÊNCIAS.....	32

1 – INTRODUÇÃO

No Brasil de acordo com a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, a cerveja é descrita como uma bebida alcoólica derivada da fermentação, por levedura, do mosto de cevada com ou sem adjunto cervejeiro, onde há a adição de lúpulo no processo (BRASIL, 1994).

No passado, foi muito difundido entre povos sumérios, egípcios e babilônicos a produção de cerveja bem como a cultura de milho, centeio e cevada, um dos principais componentes. No século XIII, povos germânicos começaram a adicionar o lúpulo durante a produção de suas cervejas e perceberam a adição de características que são encontradas até hoje (BORZANI *et al*, 2001).

No Brasil, a indústria cervejeira conta com mais de 50 grandes parques industriais e mais de 690 empresas cervejeiras que juntas representam cerca de 1,6% de todo o PIB nacional sendo o terceiro maior produtor mundial. A uma produção anual de cerca de 14,1 bilhões de litros, ficando apenas atrás da China e Estados Unidos, totalizando um capital de 107 bilhões de reais (ano base 20017), rendendo ao governo brasileiro cerca de 21 bilhões de impostos por ano (CERVBRASIL, 2021).

Assim, com a indústria cervejeira em alta, houve um aumento de investimentos de microempresários em empresas que produzissem cerveja de forma artesanal tendo uma produção um pouco diferenciada em relação a grandes empresas. No Brasil, há cerca de 1383 cervejarias artesanais registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o qual representa que o setor teve um crescimento de 14,4% em relação ao ano passado (AGÊNCIA BRASIL, 2021).

A maioria desses empreendimentos possuem suas matérias primas importadas, produzem em pequena quantidade fazendo com que seu preço seja mais elevado do que as cervejas mais tradicionais. Em contrapartida, oferecem um leque de variedade de sabores, odores e amargores diversos além de cervejas mais encorpadas e presença de insumos especiais como frutas, ervas e doces. (SEBRAE, 2007).

Uma representante da cidade de Mossoró/RN criada no ano de 2019 e funcionando desde então, a Cervejaria Nordeste, apesar de ser uma das mais novas cervejarias artesanais da região, já apresenta um mercado consumidor fiel na cidade de Mossoró e região contando com um processo de produção regular, visando atender a sua demanda. Focando na produção de sua própria cerveja artesanal, principal produto e o maior diferencial em relação aos seus concorrentes, a empresa realiza e preza por um cuidado

minucioso em cada etapa de seu processo produtivo afim de manter seu alto padrão de qualidade.

Esse trabalho tem como objetivo de acompanhar o processo produtivo da cerveja artesanal, em cada uma de suas etapas, colocando em prática conceitos teóricos aprendidos durante a graduação. Além disso, será avaliado possíveis meios para a implementação de melhorias, caso sejam necessárias, em certas etapas do processo.

2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 – Sobre a empresa

Fundada no ano de 2019, a Cervejaria Nordestina LTDA é uma empresa do ramo de cervejas artesanais cuja proprietária é a engenheira química Luana Talita Pereira de Oliveira, formada pela Universidade Federal do Semi Árido – UFERSA. Além da produção artesanal das cervejas, também é um bar e restaurante que tem como principal produto as próprias cervejas de diversos tipos para atender os mais variados paladares.

2.2 – Tipos de cervejas

Um dos principais critérios utilizados na classificação dos tipos de cerveja é a temperatura as quais elas deverão estar durante o processo de fermentação. Nesse contexto, temos duas principais famílias de cervejas: as *ales* e as *lagers*. As cervejas do tipo *ale*, são cervejas de alta temperatura de fermentação onde a temperatura nessa etapa do processo estará na faixa de 18 a 22 °C. Já as do tipo *lager*, possuem uma baixa temperatura de fermentação, onde a temperatura do mosto chega na faixa de 7 a 15 °C (SILVA, 2005).

2.3 – Matérias primas

2.3.1 – Água

Compondo a maior parte do peso da cerveja, cerca de 95%, e sendo o insumo mais utilizado durante todo o processo, a água utilizada além de ter que possuir as características básicas de consumo, ser inodora, incolor, insípida e potável, não deve

apresentar a presença de sais que aumentem a dureza da mesma tais como, bicarbonato, sódio, cloreto, sulfato, cálcio e magnésio. Assim, cada um desses compostos possuem uma certa concentração tolerável para que não cheguem a alterar o resultado final. Além disso é necessário o controle do pH durante o processo a um valor de aproximadamente 5,2 que é o ideal no mosto (DINSLAKEN, 2015).

2.3.2 – Malte de cevada

Sendo um dos principais componentes da cerveja e derivado da malteação dos grãos de cevada, o malte é responsável por dar a coloração, teor alcoólico e a aparência que se é desejada para a cerveja que será produzida (BORZANI *et al*, 2001). Além disso, ao ser misturado com o lúpulo e a levedura durante o processo, também influencia no aroma e no sabor do produto final. Durante o processo de malteação, o grão de cevada passa por quatro etapas importantes: infusão, germinação, secagem e torrefação. Na infusão, os grãos passam aproximadamente 2 dias imersos em água afim de aumentar a concentração da mesma em seu interior até cerca de 46%. Após isso, os grãos entram no processo de germinação, onde são espalhados no chão de salas de maltagem e ficam de 7 a 10 dias para que comecem a germinar e aumentarem de tamanho. Isso faz com que as reservas de amido e proteínas comecem a ser convertidas em aminoácidos e açúcares pela ação de enzimas que são liberadas. Depois de passado esse tempo, os grãos são levados ao forno para a etapa de secagem para que as enzimas sejam desativadas até que sejam utilizados na hora da produção. Por último, passam pela torrefação, onde os grãos são torrados e, dependendo do tempo e temperatura que são submetidos nesta etapa, formarão diferentes tipos de maltes (Figura 1) que darão características específicas a cerveja (SANTOS, 2008).

Figura 1 – Coloração de cervejas variadas afetadas pelo tipo de malte.



Fonte: As cores da cerveja, 2020.

2.3.3 – Lúpulo

O lúpulo, *Humulus lupulus*, é uma planta da família das *Cannabaceae*. Suas flores são utilizadas pela indústria cervejeira para conferir aromas e sabores variados as cervejas produzidas. Essa planta tem a característica de possuir flores dos dois sexos, tanto masculino quanto feminino, mas devido as flores femininas possuírem um poder de aromatização maior, são utilizadas preferencialmente. (MARTINS, 1991). É utilizado em pequenas quantidades pois, devido ao seu poder bacteriostático e antioxidante, age como conservante natural além de conferir sabor e aromas específicos a cerveja e um amargor característico que ajuda a balancear o sabor adocicado dos maltes e atua na estabilização da espuma (DINSLAKEN, 2015). São encontrados e comercializados em forma de plugs, flor ou pallets e dependendo do tempo que sejam adicionados durante o processo de fervura do mosto, tenderão a influenciar mais na relação amargor/aroma/sabor.

2.3.4 – Levedura

As leveduras são seres unicelulares pertencentes ao reino *fungi*, que são capazes de fornecer o maior interesse da indústria cervejeira. São seres capazes de realizar fermentação alcoólica que, em determinadas condições, consomem o açúcar e a maltose presente no mosto e por consequência, produzem CO₂ e álcool (DINSLAKEN, 2015). Como principal representante na produção de cerveja e mais comumente utilizada, temos a *Saccharomyces cerevisiae* na produção de cervejas do tipo *Ales*, e a *Saccharomyces Calrsberginses* na fermentação de cervejas tipo *Lagers*, que são as duas principais famílias de cervejas, respectivamente conhecidas pela alta e baixa fermentação. Além disso, são comercializadas em forma seca ou líquida, onde a seca é mais facilmente encontrada e utilizada devido ao longo prazo de validade e de serem mais fácil de serem utilizadas apesar do processo de desidratação ser muito traumático para as leveduras e por isso limitarem as opções das mesmas já que algumas não resistem a esse processo. Já as líquidas, apesar de uma maior variedade de tipos, possuem uma validade curta, armazenagem específica e uma inoculação mais complicada para ser adicionada ao mosto (DINSLAKEN, 2015).

2.4 – Fermentação Alcoólica

Para que haja vida, os seres vivos necessitam de uma fonte de energia para seus organismos. Em alguns casos, alguns deles utilizam de processos fermentativos para obterem a energia necessária. Um exemplo desse tipo de seres vivos são os microrganismos que empregam a fermentação alcoólica. Nesse tipo de fermentação, são consumidas moléculas de açúcares e como resultado desse consumo, há a produção de álcool e gás carbônico (CO_2) que são expelidos por eles, já que não são aproveitados. Com isso, pode se empregar esses microrganismos em processos cujo objetivo é produzir algo que precise ter um certo teor de álcool como as bebidas alcoólicas (SILVA, 2010).

Vários fatores afetam a fermentação, tais como: fatores físicos (temperatura, pressão), químicos (pH, oxigenação) e biológicos (espécie e concentração da levedura). Esses fatores afetam diretamente o rendimento da fermentação podendo favorecer ou não a formação do álcool ou de outro produto secundário do processo (BORZANI *et al*, 2001).

Durante o processo de produção da cerveja, a fermentação começa a partir da adição da levedura no mosto aerado dentro do fermentador. Essa levedura se reproduzirá rapidamente devido à grande concentração de O_2 dissolvido no mosto, por isso a aeração do mosto é importante. Após o consumo do O_2 , as leveduras começarão a fermentar os açúcares presente no mosto o que marca o ponto zero do início da produção de álcool e a transformação do mosto em cerveja (DINSLAKEN, 2015).

2.5 – Etapas do processo de produção artesanal da cerveja

Nesta seção, serão descritas as etapas envolvidas no processo de produção da cerveja artesanal. O fluxograma da figura 2 apresenta cada uma dessas etapas.

Figura 2 – Fluxograma do processo de produção da cerveja artesanal.



Fonte: Autoria Própria (2021).

2.5.1 - Moagem

A moagem tem como objetivo principal expor o endosperma presente no interior dos grãos de malte. O endosperma é a parte rica em amido, que durante a etapa de mosturação, será convertida em açúcares através da ação das enzimas. Por isso essa etapa é de suma importância para o resto do processo (MARTINS, 1991). Além disso, as cascas abertas após a moagem também servirão para a formação de uma camada no fundo falso da panela que atuará como uma barreira filtrante natural ajudando na formação de um mosto mais clarificado. O tamanho dos grãos moídos afeta diretamente o processo. Uma granulometria muito fina provocará a obstrução das tubulações no processo além de problemas na formação da camada filtrante no fundo falso da panela de brasagem. Já uma granulometria muito alta dificulta a hidrólise do amido, diminuindo o rendimento da sua conversão em açúcares (DINSLAKEN, 2015).

2.5.2 - Mosturação

A mosturação é a primeira etapa do processo produtivo. É nessa etapa que o malte, previamente moído, começará a entrar em contato com a água dando início a hidrólise do amido.

Nesta parte do processo, o amido começa a ser convertido em açúcares pela ação de enzimas presentes no próprio malte quando o mesmo é mantido em contato com a água a uma temperatura de 68 °C e pH igual a 7, ocorrendo uma espécie de cozimento dos

grãos de malte moídos anteriormente (HUGO, 2012).

Durante o tempo em que a mosturação ocorre há a quebra do amido, que é composto por longas cadeias de glicose, através da atuação das enzimas α -amilase e β -amilase. A α -amilase atua quebrando as ligações glicosídicas, formando uma mistura de glicose, amilopectina e maltose. Posteriormente, ela também atua nas próprias amilopectinas, quebrando suas ligações e dando origem as dextrinas (polissacarídeos complexos não fermentáveis pelas leveduras. Já a β -amilase ataca as cadeias de amido em suas extremidades separando a ligação de duas glicoses, formando a maltose que será fermentado pelas leveduras (DINSLAKEN, 2015).

Depois de passado o tempo necessário para a conversão total do amido, eleva-se a temperatura para que ocorra a inativação das enzimas e a interrupção das reações enzimáticas (DINSLAKEN, 2015).

2.5.3 – Recirculação, filtragem e lavagem

Ao término da mosturação, é inicializado o processo de recirculação, onde o mosto é posto pra ficar recircular entre a panela onde vai acontecer a fervura e a panela onde o malte foi colocado afim de se extrair o máximo de açúcar durante a mosturação. Durante essa etapa, a torta formada pelo malte umedecido funcionará como um filtro tornando o mosto ainda mais cristalino e mais carregado de açúcar. A drenagem deve ser feita lentamente e o mosto deve ser distribuído uniformemente sobre a torta de malte para que assim não haja a formação de caminhos preferenciais (DINSLAKEN, 2015). Enquanto o corre a recirculação, a água de lavagem é adicionada sobre a torta de malte para garantir a máxima extração de açúcar no processo e, assim, aumentara eficiência do processo.

2.5.4 – Fervura

Com tempo de duração dependendo do tipo de cerveja a ser produzida e com faixas que variam de 60 a 90 minutos (a partir da ebulição perceptível do mosto), a etapa de fervura é de suma importância no processo já que nela ocorre a esterilização do mosto afim de eliminar substâncias que venham a prejudicar de alguma forma o produto final além de haver a concentração de açúcares no mosto devido a evaporação da água no processo. Na fervura, também ocorre a coagulação de proteínas, chamado de *trub quente*, que com a agitação causada pela fervura, será emergida para a parte superficial do mosto

na forma de espuma e deverá ser retirada já que pode vir a prejudicar o processo (DINSLAKEN, 2015). Nessa etapa é onde ocorre a adição do lúpulo em intervalos de tempos que variam de acordo com a receita a ser seguida, e tem como objetivo trazer o aroma e amargor necessário através da isomerização dos alfa-ácidos (BORZANI *et al*, 2001). Com o término da fervura, é feito o *whirlpool* que é uma etapa de centrifugação para a formação de um ciclone no mosto, com o objetivo de fazer a decantação das partículas sólidas presentes e, portanto, evitar que as mesmas prossigam durante o resto do processo (DINSLAKEN, 2015).

2.5.5 – Resfriamento do mosto

Ao final da fervura, o mosto deve ser resfriado até uma temperatura próxima a de fermentação para, então, ser transferido para o fermentador. O resfriamento deve ocorrer de forma rápida, pois a demora dessa etapa faz com que haja o aumento da concentração de dimetil sulfito (DMS), produzido na fervura, mas que é volatilizado junto com a água, já que com o fim da fervura a água deixa de evaporar, mas o DMS ainda continua sendo produzido devido a temperatura elevada. Além disso, quanto mais rápido ocorrer o resfriamento, menor a chance de contaminação do mosto durante esse período entre o resfriamento e a transferência para o fermentador (DINSLAKEN, 2015). A faixa de temperatura dependerá do tipo de cerveja a ser produzida. Para *Lager*, de baixa fermentação, a temperatura do mosto deve chegar na faixa de 7 a 15 °C, já para Ale, de alta fermentação, a faixa de temperatura é de 18 a 22 °C (SILVA, 2010).

2.5.6 – Fermentação e Maturação

O processo fermentativo é um processo que, dependendo do tipo de cerveja, demora de 7 a 15 dias para ser concluído e possui alguns fatores a serem observados e controlados afim de se obter bons resultados nessa etapa, fatores como: Temperatura e oxigenação (que favorece a ação da levedura devido a diminuição do *lag time*) do mosto, quantidade de levedura inoculado no mosto e o tempo de fermentação são parâmetros cruciais a serem controlados para o sucesso do processo (MAGALHÃES, 2007).

Após a inoculação da levedura, dá-se início ao *lag time* que é o nome dado ao tempo de adaptação da levedura as condições do ambiente e que pode levar algumas horas. Nesse caso, o ambiente em questão será o mosto ao qual foi introduzida. Nessa

etapa ela se auto propaga utilizando o oxigênio do próprio mosto. Depois de passada essa fase de adaptação, começa a haver a fermentação primária, onde as leveduras começam a consumir os açúcares facilmente fermentáveis e a produzir o álcool e liberar CO_2 . Essa fermentação primária leva cerca de 2 a 10 dias dependendo da cerveja. Passado essa fermentação primária e quando a quantidade de açúcares facilmente fermentáveis chegarem ao fim, as leveduras começaram a buscar consumir os açúcares mais complexos e alguns subprodutos indesejados como o DMS e o diacetil, que é um composto indesejado que agrega um sabor amanteigado a cerveja quando em grandes quantidades (MAGALHÃES, 2007).

Após o término da fermentação, inicia-se a maturação da cerveja onde a levedura começa a flocular e as proteínas de alto peso molecular começam a se decantar no fermentador o que trará uma coloração mais clara a cerveja além de aprimorar seu sabor. Recomenda-se acomodar o fermentador em um local frio a cerca de 0 a 3 °C afim de ajudar nesse processo. A cerveja também pode sofrer adição de mais lúpulo, etapa essa chamada de *dry hopping*, para dar um sabor e aroma específico a cerveja e até mesmo CO_2 afim de gaseificar a cerveja ainda no fermentador (DINSLAKEN, 2015).

2.5.7 - Envase

A maior preocupação nessa etapa é o cuidado extremamente necessário na parte de limpeza e sanitização das garrafas e barris, onde a cerveja será armazenada para que a mesma não seja contaminada nessa parte do processo, o que faria com que todo o trabalho passado fosse perdido. No envase de garrafas, utiliza-se uma máquina envasadora que, por diferença de pressão, transfere a cerveja do barril ou fermentador para a garrafa. Para envase em barris, o princípio utilizado é o mesmo que para as garrafas, onde por diferença de pressão ou gravidade, é feita a transferência. No caso do barril, a adição de CO_2 pode ocorrer somente no momento do envase, onde a cerveja será gaseificada. Em ambos os tipos de envase pode ser realizado o processo de priming, onde açúcares fermentáveis são adicionados com o objetivo de provocar uma nova fermentação (DINSLAKEN, 2015).

3 – ATIVIDADES REALIZADAS

Foram trabalhadas atividades em todos os setores e processos de fabricação da cerveja durante o período de estágio indo desde a moagem do malte até o envase final da

cerveja.

No início do processo, o malte é moído em uma quantidade específica, de acordo com a receita desenvolvida pelo mestre cervejeiro. A moagem é feita no momento, ou no máximo um dia antes, em que se vai começar a produção da cerveja, para que o malte moído não absorva tanta umidade. Utiliza-se um moinho de rolos mostrado na (Figura 3). Os grãos de malte moído são mostrados na Figura 4.

Figura 3 – Moinho de rolos.



Fonte: Autoria Própria (2021).

O espaçamento do moinho está calibrado para que, após a passagem dos grãos de malte pelos rolos, haja a exposição do endosperma dos grãos sem que ocorra a trituração da casca para que a camada filtrante possa ser formada.

Figura 4 – Grãos de malte após serem moídos.



Fonte: Autoria própria (2021).

Após a moagem, passamos para a etapa de brassagem. A brassagem, ou mostura, é o processo em que adicionamos os maltes em água quente para que as ações enzimáticas ocorram e o amido, presente no malte, sejam convertidos em açúcares fermentáveis e não fermentáveis que serão importantíssimos para a fermentação da cerveja produzida.

Antes da inicialização do processo de brassagem, o sistema onde ocorrerá toda a parte da brassagem e fervura é previamente higienizado e sanitizado. Panelas, mangueiras atóxicas, conexões tudo que será necessário durante o processo passa por uma rigorosa higienização afim de diminuir ao máximo as chances de contaminação. Assim, o sistema de brasagem conta com 3 panelas que são mostradas na Figura 6. A água que será utilizada também deve ter um tratamento adequado atender todos os parâmetros requeridos no processo. No tratamento, a água passa por 3 filtros (Figura 5), sendo um deles com carvão ativado para que qualquer impureza orgânica seja removida e os outros dois de quartzo para a remoção de qualquer outro material particulado presente na água.

Figura 5 – Filtros de água sendo dois de quartzo (à esquerda e ao centro) e um de carvão ativado (à direita).



Fonte: autoria própria (2021).

Figura 6 – Painelas de brassagem composta pelas painelas 1 (à direita), panela 2 (ao centro) e panela 3 (à esquerda).



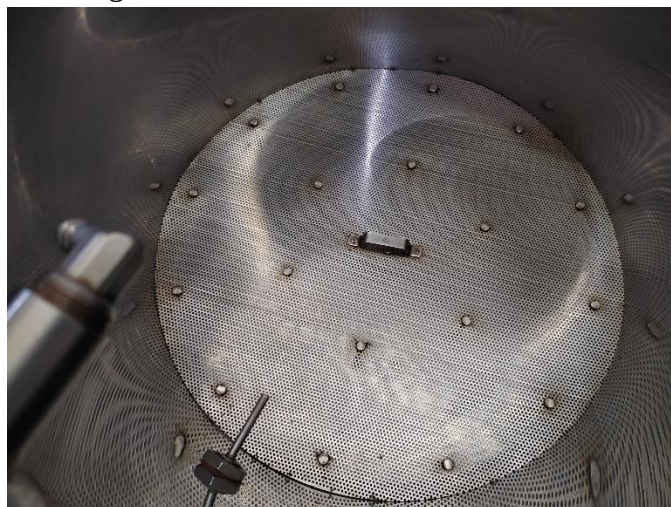
Fonte: autoria própria (2021).

A panela 1, panela que se encontra mais elevada, é onde será adicionado todo o malte, e possíveis outras matérias-primas a depender da receita da cerveja, que serão utilizados para a fabricação da cerveja. A panela 2, panela central, será a panela onde a água de recirculação e filtragem será armazenada. E por último, a panela 3, mais à esquerda da figura, é onde a água de lavagem é reservada.

No início do processo, a panela 2, é cheia de água a um nível correspondente ao volume de cerveja que será produzida. Em seguida, é aquecida a uma temperatura inicial de 76 °C. Assim que essa temperatura é alcançada, a água começa a ser transferida para a panela 1. A panela 1, diferente das demais painelas, possui um fundo falso que possui uma certa altura em relação ao fundo da panela como mostra as figuras 7 e 8. Esse fundo

falso auxilia tanto na formação da camada filtrante pelas cascas dos grãos quanto impede que o malte obstrua a saída da panela, já que assim o malte não chega a tocar no fundo da panela.

Figura 7 – Panela 1 com seu fundo falso.



Fonte: autoria própria (2021).

Figura 8 – Altura do fundo falso na panela 1.



Fonte: autoria própria (2021).

Após a água ultrapassar a altura do fundo falso, começa o que chamamos de virada do malte. Nessa parte o malte começa a ser despejado lentamente e uniformemente para ajudar na formação da camada filtrante inicial. Após notar uma certa altura nessa camada, o malte pode começar a ser despejado com uma maior intensidade.

Com todo o malte já despejado, começa-se a contagem do tempo de mosturação. Deve-se passar 60 minutos da água circulando entre as painéis 1 e 2 e é de suma importância que durante esse período a temperatura da água que está em contato com o

malte se mantenha sempre na faixa de 66 a 68 °C. Para controlar isso, pode se ligar o fogareiro embaixo da panela 2 para que o mosto que começa a ser formado nela fique recirculando, com o auxílio de uma bomba, e reaqueça a água da panela 1. Também é muito importante que o nível de líquido da panela 1 fique sempre superior à altura da torta de malte para que sempre se extraia o máximo de açúcares. Com isso, se deve ter um controle das vazões de saída e entrada em ambas as panelas.

Depois de passado o tempo de mosturação, é medido o pH do mosto para saber se o mesmo se encontra dentro dos padrões estabelecidos e é realizado um teste de iodo. Este teste consiste em pegar gotas de amostras do mosto e gotejar algumas gotas de iodo. Caso a mesma apresente coloração alaranjada, significa que ocorreu a sacarificação total, ou seja, todo o amido presente foi convertido em açúcares. Se as amostras apresentarem coloração acinzentada, indica que ainda há amido presente no mosto e, então, o tempo de mosturação é prolongado um pouco mais.

Com o teste de iodo aprovado e constatando a total sacarificação do mosto, fazemos um procedimento chamado de *Mash Out*, que consiste em elevar a temperatura do mosto para 77 a 79°C e deixar ele circulando entre as panelas 1 e 2 por um tempo de 10 a 15 minutos para que ocorra a desativação das enzimas.

Após a etapa de *Mash Out*, inicia-se a etapa de lavagem. Nesse processo, encerramos a circulação entre as panelas 1 e 2. A panela 3 que também possuía água pré-aquecida a mesma temperatura de *Mash Out*, é utilizada agora para alimentar a torta de malte da panela 1, fazendo com que qualquer açúcar residual que ainda esteja no malte seja levado. Assim, a água da panela 3 alimenta a panela 1, e a panela 1 continua despejando o mosto na panela 2.

Quando a água de lavagem da panela 3 acaba, e todo o líquido que ainda estava na panela 1 passa para a panela 2, removemos a panela 1 do processo, já que a sua participação se encerrou e trabalharemos agora só com as panelas 2 e 3 que entrarão na etapa de fervura. Antes da fervura começar, esquematiza-se as conexões entre as panelas, conforme a Figura 9, afim de manter o mosto nelas a um mesmo nível e, por consequência, a uma densidade semelhante para que após a fervura as concentrações de açúcares sejam próximas. Para isso as válvulas de saída, localizadas na parte inferior das panelas, são abertas para que as mesmas mantenham seus níveis iguais através do princípio de tubos comunicantes.

Figura 9 – Conexões entre as panelas 2 e 3 para a etapa de fervura.



Fonte: autoria própria (2021).

Quando as panelas chegam ao mesmo nível, inicia-se o aquecimento da etapa de fervura. Essa etapa tem duração de 60 a 80 minutos, mas não possui uma temperatura fixa a ser controlada. Ao invés disso, o controle desse processo se dá visualmente através da observação do nível de turbulência provocado pela fervura o que também marca o início da contagem do tempo. Nessa etapa, ocorre a evaporação do DMS e a suspensão das proteínas coaguladas na forma de espuma na superfície do mosto. Para que essas proteínas não venham prejudicar a cerveja posteriormente, elas são removidas utilizando um coador de cozinha devidamente sanitizado. Esse processo é repetido quantas vezes se fizer necessário até que seja adicionado o lúpulo na fervura. O tipo, a quantidade e o tempo em que o lúpulo é adicionado varia de acordo com a receita da cerveja que será produzida. Após a adição do lúpulo, resta apenas esperar o tempo restante de fervura termine, lembrando sempre de observar a turbulência da fervura do mosto que não deve ser tão violenta nem muito branda.

Ao fim da fervura é medido o volume de mosto restante já que uma parte foi evaporada durante a fervura e também é realizado o *whirlpool* (Figura 10), ou seja, é formado um redemoinho de forma manual com o auxílio da colher cervejeira para ajudar na decantação do lúpulo e proteínas coaguladas. Após a formação do redemoinho é esperado 10 a 15 minutos para a decantação do material particulado.

Figura 10 – *Whirlpool* formado na panela.



Fonte: autoria própria (2021).

Depois de passado o tempo de decantação, começamos a etapa de resfriamento. No resfriamento são utilizados dois *chillers* (Figura 11) de imersão feitos em alumínio, um para cada panela. Em seu interior irá passar água a temperatura ambiente por cerca de 60 a 75 minutos para que a temperatura, que está em torno de 80 a 90 °C no mosto, diminua até uma faixa de aproximadamente 40 a 50 °C.

Figura 11 – *Chillers* utilizados na refrigeração.



Fonte: autoria própria (2021).

Após isso, o mosto está pronto para ser transferido para o fermentador (Figura 12), previamente sanitizado. Com o auxílio de uma bomba, o mosto é transferido para o fermentador que estará alocado na antecâmara da câmara fria, local onde a temperatura está entre 15 a 20 °C para que termine seu resfriamento até uma temperatura em que a levedura possa ser inoculada. Deve-se atentar para que, no momento da transferência, o material sólido decantado no fundo das panelas não chegue a ir para o fermentador.

Figura 12 – Fermentador.



Fonte: autoria própria (2021).

No dia seguinte, o mosto já se encontra a temperatura ideal para inoculação da levedura. Com isso, o mosto é aerado através da utilização de cilindros de oxigênio e posteriormente a levedura é inoculada para que comece o processo de fermentação do mosto. O tempo de fermentação vai variar de acordo com a cerveja que será produzida. Periodicamente, são retiradas amostras para a verificação da densidade através da análise do brix até que num período de 2 a 3 dias note-se que ela ficou constante indicando o fim do período de fermentação. Com a fermentação finalizada, a cerveja é levada para o interior da câmara fria onde será resfriada ainda mais e será posta para maturar. Durante esse tempo, os sedimentos vão se depositando no fundo do fermentador.

Após o período de maturação que pode levar de 1 a 2 dias, a cerveja estará pronta para última etapa, o envase. O envase é feito, primeiramente, em barris (Figura 13) de 50 ou 30 litros para que a cerveja seja gaseificada através da adição de CO_2 . Após a cerveja ser gaseificada, ela pode ser envasada em garrafas de 600 ml ou *growlers* de 1 L (Figura 14), através de uma máquina de envase (Figura 15) que trabalha a contrapressão, para venda e distribuição externa ou até mesmo conectado direto do barril na chopeira para venda interna no estabelecimento, na forma de *chopps*.

Figura 13 – Envase em barris de 50 L ou 30 L.



Fonte: autoria própria (2021).

Figura 14 – Envase em garrafas de 600 ml ou growlers de 1L.



Fonte: autoria própria (2021).

Figura 15 – Máquina de envase a contrapressão.



Fonte: autoria própria (2021).

4 – SUGESTÕES DE MELHORIAS NO SETOR DE ATUAÇÃO

Observou-se que na brassagem, durante a etapa de resfriamento, apesar da mesma acontecer de forma que não prejudique a produção da cerveja, é uma etapa que não chega a atingir o resultado necessário para que o processo ocorra continuamente. A temperatura do mosto pós resfriamento chega a ser 20 a 30 °C superior a desejada. Isso faz com que fique impossível de se inocular a levedura logo após o fim do resfriamento já que, naquela temperatura, mesmo que seja inoculada a mesma chegaria a ter uma eficiência muito baixa além de ainda continuar podendo haver a formação de DMS no mosto, estragando o sabor da cerveja.

O método utilizado ainda pode ser aplicado, mas é recomendado que não por todo o tempo da etapa de refrigeração. Durante os primeiros 30 a 40 minutos do processo, pelo mosto estar com uma temperatura muito alta, a diferença de temperatura entre ele e a água utilizada é muito alta, fazendo com que haja uma queda de temperatura até que rápida e elevada, mas após esse tempo, a diferença de temperatura cai fazendo com que a troca térmica não aconteça tão mais facilmente.

É recomendado que seja adicionado um terceiro *chiller* que se encontre antes dos

dois que ficarão submersos nas placas. Inicialmente o mesmo não influenciará no processo. Passado um período em que a refrigeração já está acontecendo, por cerca de 30 a 40 minutos, esse terceiro *chiller* seria imerso em um recipiente com água previamente resfriada e gelo para que aumente novamente a diferença de temperatura entre o mosto e a água de refrigeração para que a mesma não perca eficiência.

Algo que também pode ajudar, não diretamente no processo, mas economicamente e ambientalmente seria em relação ao reaproveitamento da água de resfriamento. Ela sai a temperaturas elevadas e é logo descartada. Pode-se haver um armazenamento dessa água em uma caixa d'água ou tanque para que, com o resfriamento natural do próprio ambiente, ela seja utilizada para outros fins na empresa, o que geraria um gasto menor com água além da preservação de um recurso finito e muito valioso do nosso planeta.

5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o período de estágio na Cervejaria Nordestina, foi possível aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo do curso e observar que o processo de produção de cervejas artesanais. Observou-se a importância de cada etapa envolvida no processo e o seu impacto no resultado do produto final para que assim se consiga obter um produto de melhor qualidade para atender a demanda do mercado consumidor.

Espera-se então que, com a implementação dessas sugestões observe-se melhorias no processo produtivo da empresa, assim como na eficiência do controle de qualidade.

O estágio proporcionou uma visão prática do que é ser um engenheiro químico principalmente com relação às suas responsabilidades para com a empresa. Foi possível vivenciar a aplicabilidade e o aprimoramento dos conceitos teóricos obtidos durante a graduação em Engenharia Química.

Por fim, foi possível observar e participar ativamente das etapas que compõem o processo produtivo da cerveja artesanal na Cervejaria Nordestina, de modo a atingir o objetivo do presente trabalho.

6 – REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. **Número de cervejarias registradas aumentou 14,4% em 2020.**

Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2021-04/numero-de-cervejarias-registradas-no-pais-aumentou-144-em-2020>>. Acesso em: 21 out. 2021

<https://www.bilbilbeer.com.br/as-cores-da-serveja>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CERVEJA - CERVBRASIL (São Paulo). **O setor cervejeiro é um dos que mais empregam no Brasil.** Disponível em: <<http://www.cervbrasil.org.br>>. Acesso em: 21 out. 2021.

BORZANI, Walter et al. **Biotecnologia Industrial: Processo Fermentativos e Enzimáticos.** São Paulo: Blucher, 2001.

BRASIL. Lei nº 8918, de 14 de julho de 1994. Brasília, DF, 14 jul. 1994.

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

HUGO, V. **Processo de produção de cerveja.** 2012. Disponível em: <<http://www.engenhariadacerveja.com.br/2013/processo-de-producao-de-cerveja/>>. Acesso em: 20 out. 2021.

MAGALHÃES, A. C. M. **Fermentação alcoólica.** 2007. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAApoUAG/unidade-vii-fermentacao-alcoolica-parte-ii>>. Acesso em: 19 out. 2021.

MARTINS, Silvio De Melo. **Como fabricar cerveja.** São Paulo - SP: Ícone editora, 1991. 12-21 p

SANTOS, A.M. **Estudo da influência da complementação de nutrientes no mosto sobre o processo de fermentação alcoólica em batelada.** 2008. Disponível em: <http://www.ctec.ufal.br/posgraduacao/ppgeq/dissertacao_alessandra.pdf>. Acesso

em: 19 out. 2021.

SEBRAE. **Microcervejarias**. Disponível em:

<[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/8818d2954be64fcda8628defef1f70f8/\\$File/7503.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/8818d2954be64fcda8628defef1f70f8/$File/7503.pdf) >. Acesso em: 20 out. 2021.

SILVA, Daniel Pereira da. **Produção e avaliação sensorial de cerveja obtida a partir de mostos com elevadas concentrações de açúcares**. 2005. Tese de Doutorado. Faculdade de Engenharia Química de Lorena, Departamento de Biotecnologia.

SILVA, Sandro do Nascimento; SILVA, Carlos Roberto Rosa. **Técnico em Alimentos: Bioquímica**. Recife: Ufrpe, 2010.