



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CAMPUS MOSSORÓ
CENTRO DE ENGENHARIA
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA QUÍMICA

VLAGNER CHAVES MEDEIROS

**AVALIAÇÃO DAS ETAPAS DE BRASSAGEM E ENVASE
DAS CERVEJAS PRODUZIDAS NA CERVEJARIA BACURIM**

MOSSORÓ – RN

2018

VLAGNER CHAVES MEDEIROS

**AVALIAÇÃO DAS ETAPAS DE BRASSAGEM E ENVASE
DAS CERVEJAS PRODUZIDAS NA CERVEJARIA BACURIM**

TCC apresentado à Universidade Federal Rural
do Semi-Árido – UFERSA, Campus Mossoró,
para a obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Química.

Orientador: Prof. Dr. Álvaro Daniel Teles
Pinheiro - UFERSA

MOSSORÓ-RN

2018

© 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.

C488a Chaves Medeiros, Vlagner.
AVALIAÇÃO DAS ETAPAS DE BRASSAGEM E ENVASE
DAS CERVEJAS PRODUZIDAS NA CERVEJARIA
BACURIM / Vlagner Chaves Medeiros. - 2018.
31 f. : il.

Orientador: Álvaro Daniel Teles Pinheiro.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de
Engenharia Química,
2018.

1. Cerveja Artesanal. 2. Microcervejarias. 3.
Brassagem. I. Teles Pinheiro, Álvaro Daniel, orient.
II. Título.

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.

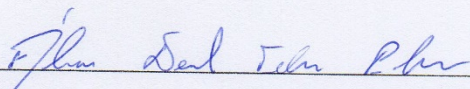
VLAGNER CHAVES MEDEIROS

**AVALIAÇÃO DAS ETAPAS DE BRASSAGEM E ENVASE DAS CERVEJAS
PRODUZIDAS NA CERVEJARIA BACURIM**

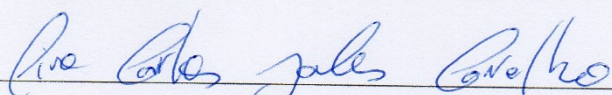
TCC apresentado à Universidade Federal
Rural do Semi-Árido- UFERSA, Campus
Mossoró para a obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Química.

APROVADA EM: 17 / 09 / 2018

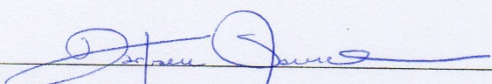
BANCA EXAMINADORA



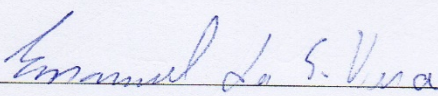
Prof. Dr. Álvaro Daniel Teles Pinheiro- UFERSA



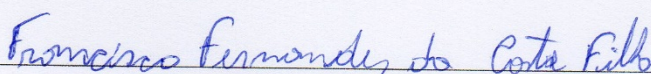
Ciro Carlos Jales Carvalho – Membro externo



Darliane Cristina Souza – Membro externo



Emanuel da Silva Vieira – Membro externo



Francisco Fernandes da Costa Filho – Membro externo

AGRADEDIMENTOS

Quero agradecer primeiramente aos meus pais, Antônio Vagner e Ivete Maciel, minhas duas principais forças e meu porto seguro para seguir em frente. Agradeço também aos meus irmãos Flagner e Mayara, que me fazem sentir seguro, com uma família que me ama.

André, Carlos Henrique, Giovane, Jaddson, Hericles, Igor, Gabriel, Brenda, Mariana, Otávio, todos esses são irmãos que a faculdade me trouxe, e vou levar para minha vida. Foi poder estar com vocês que fez esse tempo e todo o esforço valer a pena.

Agradeço ao meu orientador Álvaro Daniel, durante os dois cursos que cursei, sempre fui bem orientado e ajudado. Agora que chego ao final, aprendi muito devido a você.

Agradeço também a Ciro, em nome da Cervejaria Bacurim, pela oportunidade de estágio que recebi, foi nesses meses que passei lá que eu recebi oportunidades de aprender mais, e da melhor maneira possível. Foi também graças ao estágio que tive a honra de ter dois ótimos supervisores, e agora amigos, muito obrigado Fernandes e Emanuel.

E por último, a minha grande família, tios, primos e pessoas próximas que sempre acreditaram em mim, e aos meus avós, que a saudade sempre estará presente.

RESUMO

A cervejaria Bacurim é uma microcervejaria instalada em Mossoró/RN desde 2014. Fundado por uma família de advogados, iniciou a produção artesanal de cerveja em panelas de 40 litros, por *hobby*, na própria cozinha de casa. Com o passar do tempo, a crescente curiosidade pela degustação e boa avaliação do produto entre familiares e amigos tornou o lazer cada vez mais sério. O desafio de servir cervejas de boa qualidade deu-lhes engajamento de investir na produção profissional em escala, e de se debruçar cada vez mais no estudo químico e microbiológico de todo o processo. O presente trabalho visa relatar as experiências e conhecimentos adquiridos durante a realização do estágio realizado na cervejaria Bacurim. O estágio foi direcionado para a parte de produção da cerveja, onde o processo foi estudado do início ao fim, sempre fazendo uma ponte entre o que foi visto durante as aulas do curso de Engenharia química e a prática vista na empresa. Foram levantados dados em relação a produção da cerveja nas etapas de brassagem e envase para os seis rótulos da cervejaria, dados esses comparados com o intuito de avaliar a eficiência de produção de mosto e identificar as perdas deste durante o processo. Os dados levantados são referentes a primeira sequência de brassagem realizada, em maio de 2018. Durante o estágio, pode-se concluir que a cervejaria obteve bom rendimento de produção de mosto, com o mínimo de perdas além das já existentes no processo. Contudo, melhorias podem ser tomadas em relação ao tempo dedicado ao envase dos rótulos. Além disso, pode-se atestar os conhecimentos práticos adquiridos ao longo do tempo de estágio, mostrando a importância de um estágio na formação de um profissional.

Palavras-Chave: Cerveja artesanal; Microcervejarias; Brassagem.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma ilustrativo do processo de fabricação de cerveja artesanal	16
Figura 2 - Moinho usado na cervejaria Bacurim	20
Figura 3 - Tina de mosturação da Bacurim	21
Figura 4 - Tina de filtragem da Bacurim	22
Figura 5 - Tina de fervura da Bacurim	23
Figura 6 - Trocador de calor e mangueira usada na passagem do mosto	24
Figura 7 - Mesa de envase da Bacurim.....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores de brassagem de maio/18	26
Tabela 2 - Tempos de duração das etapas de cada cerveja.....	27
Tabela 3 - Valores de produção e envase das cervejas	28

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1.	História da Cerveja	13
2.2.	Matérias-primas cervejeiras	14
2.2.1.	Água	14
2.2.2.	Malte de cevada	14
2.2.3.	Lúpulo	15
2.2.4.	Levedura	15
2.3.	Processo Produtivo.....	16
2.3.1.	Moagem	17
2.3.2.	Mosturação.....	17
2.3.3.	Filtragem e Clarificação.....	17
2.3.4.	Fervura	17
2.3.5.	Resfriamento	18
2.3.6.	Fermentação	18
2.3.7.	Maturação	18
2.3.8.	Envase	19
3.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
3.1.	Produção da cerveja artesanal	20
3.1.1.	Moagem	20
3.1.2.	Mosturação.....	21
3.1.3.	Filtragem	22
3.1.4.	Fervura	23
3.1.5.	Resfriamento	24
3.1.6.	Passagem.....	24

3.1.7.	Envase	25
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
5.	CONCLUSÃO	29
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

1. INTRODUÇÃO

A cerveja é umas das bebidas alcoólicas mais consumidas pelo brasileiro, podendo ser encontrada em qualquer comemoração ou encontro social entre pessoas. O gosto único e a temperatura de consumo fazem desta bebida a primeira opção de muitas pessoas na hora de relaxar num país geralmente de altas temperaturas, como o Brasil (CERVBRASIL, 2016).

Segundo o Caderno Setorial ETENE (2017), no Brasil, a indústria de bebidas movimenta bastante o mercado, faturando em 2016 R\$ 117 bilhões, sendo este equivalente a 1,9% do PIB. A cerveja é a bebida alcoólica com maior participação no mercado, representando 88,9% do total de bebidas consumidas, o que equivale a 14,9 bilhões de litros (SEBRAE, 2016). Além disso, o país é também um dos maiores mercados consumidores de cerveja no mundo. De acordo com a Associação Brasileira de Indústria Cervejeira, o país é o terceiro maior consumidor mundial, atrás apenas da China e dos Estados Unidos. Tal consumo é contabilizado na faixa de 14 bilhões de litros por ano, sendo 3,3 bilhões apenas na região Nordeste (CERVBRASIL, 2016).

Dentro desse contexto, um mercado mais específico que vem em amplo crescimento é o de cervejas artesanais. A cerveja artesanal vem ganhando espaço com clientes de diferentes classes sociais que buscam algo diferenciado e mais incrementado em relação ao produto existente no mercado. Assim, vem aparecendo cada vez mais variedades de cerveja, com mudanças em seus ingredientes ou no seu processo de preparo (CERVBRASIL, 2016).

Uma das microcervejarias que vem ganhando espaço com a ascensão do mercado da cerveja artesanal é a Cerveja Bacurim, localizada em Mossoró/RN. Fundada em 2014 por uma família de advogados, a Cervejaria Bacurim iniciou a produção artesanal de cerveja em panelas de 40 litros, por *hobby*, na própria cozinha de casa. Com o passar dos meses, a crescente curiosidade pela degustação e boa avaliação do produto entre familiares e amigos tornou o lazer cada vez mais sério. O compromisso de servir cervejas de elevada qualidade deu-lhes animo de investir na produção profissional em escala, e de se debruçar, cada vez mais, no estudo químico e microbiológico de todo o processo (VIEIRA, 2017).

A cervejaria Bacurim atualmente possui seis rótulos: Ibaté, Maracá, Cabaú, Tremembé, Aguaraiá e Iguaúna sendo os tipos de cerveja, respectivamente: *American Blon Ale*, *American Pale Ale*, *Belgium Dubble*, *Session Indian Pale Ale*, *American Lager* e *Black Indian Pale Ale* (VIEIRA, 2017).

Diante do exposto, o objetivo deste relatório foi falar sobre as experiências vivenciadas durante o período de estágio obrigatório na Cervejaria Bacurim, que teve como foco principal auxiliar no processo produtivo da cerveja artesanal

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste item serão descritos aspectos teóricos referentes a produção da cerveja, tais como: história da cerveja, micro cervejarias, matérias-primas e processo produtivo.

2.1. História da Cerveja

A cerveja já é conhecida a cerca de 6.000 anos. Os sumérios são considerados os pioneiros de sua elaboração (século IV a.C.). Estes, por sua vez, foram sucedidos pelos egípcios, babilônios, gregos, romanos e germanos. Os babilônios já produziam 20 tipos diferentes de cervejas, sendo 8 constituídos apenas de cevada. Os aspectos de produção e comercialização eram regulamentados e controlados pelo governo, onde quanto mais elevado o cargo, maior era o consumo da cerveja permitido (REBELLO, 2009).

Na Alemanha, um dos principais mercados de cerveja mundial, há relatos de cozimento de cerveja desde 800 a.C. Durante o período da Idade Média, os responsáveis por produzir cerveja eram os monges dos conventos católicos, inclusive deve-se a eles a descoberta do lúpulo como ingrediente responsável pelo amargor da cerveja. St. Gallen, na Suíça, St Emmeran e Weihestephan na Alemanha foram os pioneiros na produção cervejeira, sendo Weihestephan o primeiro a receber autorização profissional para fabricação e venda de cerveja, em 1040 d.C. (AMORIM, 2015).

A cerveja chegou ao Brasil ainda quando o país era uma colônia portuguesa, em meados do século XIX. Naquele tempo, a cerveja produzida por cervejeiros artesanais com pouquíssima estrutura era preterida aos vinhos finos portugueses e a cachaça já bem mais antiga no mercado e produzida a partir da cana de açúcar, planta altamente produzida na época. A primeira cervejaria oficialmente aberta no Brasil teve sua inauguração em 1836, com o nome de Cervejaria Brasileira. Dali para cá, as cervejeiras artesanais apresentaram um crescimento irregular, sempre disputando lugar (e muitas vezes perdendo) para as grandes cervejeiras de produção em massa, principalmente devido a grande diferença de preços entre elas. Foi apenas no começo dos anos 90 que as cervejarias artesanais reapareceram no mercado de modo mais organizado, buscando seu espaço e tentando ao máximo tornar a cerveja artesanal um produto competitivo dentro da indústria de bebidas. (AMORIM, 2015).

2.2. Matérias-primas cervejeiras

As principais matérias-primas para a produção da cerveja são a água, o malte de cevada, a levedura e o lúpulo. A seguir será comentado sobre cada matéria-prima utilizada.

2.2.1. Água

A água é, por quantidade, o insumo mais importante da fabricação de cerveja, uma vez que corresponde à 93% da formulação. Deve ser inócua, livre de contaminações e dura (com alto teor de cálcio e magnésio) para servir de nutriente para as leveduras fermentativas. O cálcio presente na água também atuará na adição de açúcar na cerveja. Dependendo da fonte de água disponível, devem ser feitos ajustes nos teores de cálcio e magnésio presentes, uma vez em que a dureza da água é mais recomendada para determinados tipos de cerveja. Águas mais duras são recomendadas para cervejas mais escuras e fortes, enquanto águas menos duras (como a água mineral comercializada) são recomendadas para cervejas mais leves e com menos corpo (REBELLO, 2009).

A análise e ajuste mais importante a ser realizado na água é a de pH, uma vez que esta é muito importante para ação enzimática durante a mostura, assim como também interfere na extração de polifenóis e taninos da casca do malte, que deixam a cerveja mais adstringente. Quanto mais ácida a água, menor será a extração de polifenóis e taninos. Para uma melhor atuação enzimática, o pH do mosto deve ficar próximo de 5,2 (REBELLO, 2009).

2.2.2. Malte de cevada

A cevada faz parte da família das gramíneas, sendo mais especificamente uma monocotiledônea. As gramíneas podem ser divididas em duas espécies principais: as *Hordeum distichon* e as *Hordeum vulgares*, que por sua vez são diferentes pelo número de fileiras ao longo de seu caule principal. As condições favoráveis para o crescimento da cevada é o clima úmido durante seu crescimento e o clima seco durante a etapa de amadurecimento. Para a malteação as *Hordeum distichon* são as mais recomendáveis, já que essa espécie possui maior quantidade de amido (MANZOLLI, 2015).

A cevada é nativa e fundamentalmente cultivada em climas temperados. No Brasil, é produzida em algumas partes do Rio Grande do Sul. Após a colheita, os grãos de cevada são

enviados para maltarias, onde são submetidos à germinação controlada. Este processo, dividido em maceração, germinação e secagem induz os vegetais a produzirem um arsenal enzimático, entre os quais se destacam as amilases (β -amilase e α -amilase). Estas enzimas são responsáveis por reduzir o amido em açúcares fermentáveis e consequente desenvolvimento microbiano, assim sendo fundamentais para o processo de fabricação de cerveja (MEGA; NEVES; ANDRADE, 2011).

2.2.3. Lúpulo

O lúpulo (*Humulus lupulus L.*) é uma trepadeira perene originária de climas temperados. Suas resinas e óleos essenciais fornecem à cerveja o sabor e aroma característicos, de acordo com o tipo de lúpulo usado. Assim, o lúpulo é considerado o “tempero da cerveja” e um dos mais significativos componentes na produção desta, que os mestres cervejeiros dispõem para diferenciar seus produtos, sendo a quantidade e o tipo do mesmo um parâmetro dificilmente revelado (MEGA; NEVES; ANDRADE, 2011).

Apesar de serem altamente voláteis, ocorrendo perdas de 96 a 98% no decorrer do processo cervejeiro, os óleos essenciais conferem ao mosto e à cerveja o caráter aromático do lúpulo, enquanto que as substâncias minerais são importantes para o processo devido ao seu teor de nitratos, os quais são reduzidos a nitritos. Os polifenóis são ricos em substância tânica de baixa massa molar, protetores da cerveja, ao contrário de seus produtos resultantes de condensações poliméricas, médias e altas massas molares, que reagem com as proteínas causando turvações coloidais prejudicando características da espuma, do corpo e do paladar na cerveja. As resinas do lúpulo, por sua vez, podem ser resinas brandas totais, que apresentam D-ácidos ou humulonas que após isomerização tornam-se solúveis e responsáveis pelo principal amargor da cerveja, e resinas duras, substâncias solúveis e responsáveis por um forte e áspero amargor (SILVA, 2005).

2.2.4. Levedura

As leveduras são os micro-organismos mais importantes na obtenção do álcool por via fermentativa. Eles são seres eucarióticos e são uma das principais classes da família dos fungos, apresentam-se normalmente na forma unicelular, tipicamente esférica ou oval, não filamentosa, com 2 a 8 micrômetros de diâmetro. Tais células se reproduzem basicamente por brotamento, onde a célula-mãe dá origem a uma nova célula. Além disso, é uma célula com múltiplas

habilidades metabólicas, podendo alterar a estequiometria da fermentação em resposta a alterações no meio, com grande impacto no rendimento do processo (PINHEIRO, 2011).

A levedura utilizada nos processos cervejeiros é a *Sacharomyces cerevisiae*. Ao final do processo de fermentação, as leveduras que não se soltam, flutam até a superfície, e são então chamadas de leveduras de alta fermentação (ale). Elas trabalham com melhor eficiência com temperaturas de 15 a 23 °C. Já as que decantam vão para o fundo, são chamadas de leveduras de baixa fermentação (lager), que por sua vez trabalham melhor com faixas de temperatura mais baixas, de 8 a 15°C (REBELLO, 2009).

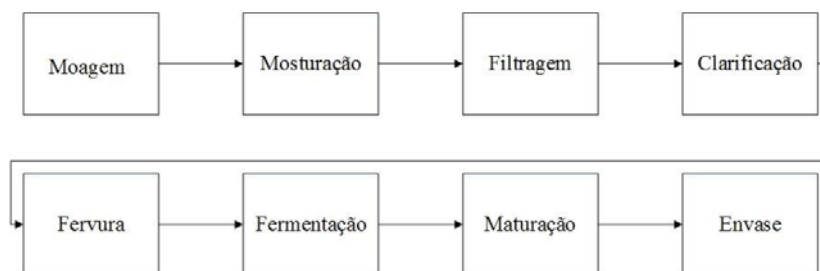
De acordo com Mega, Neves e Andrade (2011), para a elaboração de uma cerveja de boa qualidade, vários aspectos podem ser citados dentro da fase fermentativa, tais como: a seleção do micro-organismo, inóculo, cinética fermentativa, contaminação, temperatura, tipos de bioreatores, volume de mosto, etc. Neste âmbito, o metabolismo de cada linhagem microbiana é responsável por conferir sabor e aroma característicos ao produto final. O desempenho das leveduras cervejeiras na fermentação é influenciado e controlado por vários fatores tais como:

- Características Genéticas: a escolha da cepa de levedura empregada.
- Fisiologia Celular: a tolerância ao stress pelas células de levedura, a viabilidade e a vitalidade das células e a concentração celular do inóculo.
- Disponibilidade Nutricional: a qualidade e concentração dos macronutrientes fermentáveis, bem como, a presença de íons metálicos no mosto.
- Condições Físicas: temperatura, pH, oxigênio dissolvido e a densidade do mosto.

2.3. Processo Produtivo

O fluxograma mostrado na figura 1 demonstra o resumo do processo de fabricação da cerveja em suas principais etapas, que serão exploradas mais a frente:

Figura 1 - Fluxograma ilustrativo do processo de fabricação de cerveja artesanal



Fonte: VIEIRA, 2017

2.3.1. Moagem

É nessa parte em que o malte é cuidadosamente selecionado e pesado de acordo com a receita predeterminada para o tipo de cerveja que será produzida, e depois moído em moinho de rolos, de forma a quebrar apenas a casca do malte, para uma melhor extração de amidos e proteínas de dentro da semente (COSTA, 2013).

2.3.2. Mosturação

O processo de mosturação consiste em misturar o malte moído à água aquecida em temperatura controlada. O tempo de mosturação geralmente varia de 60 a 90 minutos em temperaturas que variam de 62 °C a 72 °C, dependendo do estilo da cerveja. Estas rampas variam para obter quantidades diferentes de enzimas β -amilase e α -amilase, e assim ter tipos específicos de açúcares fermentáveis promovendo a ação microbiana na fermentação. Depois do tempo final estabelecido, o mosto terá sua temperatura elevada até 76 °C, num processo conhecido como *mash out*, onde a ação enzimática será parada, preparando o mosto para a filtração (COSTA, 2013).

2.3.3. Filtração e Clarificação

Após elevar a temperatura a 76 °C, o mosto deve ser filtrado através de um processo de recirculação ou clarificação, importante para tornar a cerveja mais límpida e com menos impurezas. Após a clarificação, quando o mosto já se encontra límpido, inicia-se o processo de lavagem, onde os açúcares residuais do malte são extraídos a uma temperatura de 80°C. Após a lavagem do malte, todo o mosto é transferido para a tina de fervura (COSTA, 2013).

2.3.4. Fervura

É nessa parte que ocorre a esterilização do mosto e a caramelização dos açúcares presentes. É também nessa parte em que serão adicionados os lúpulos, tanto os de amargor, a 60 minutos antes do fim da fervura, como os aromáticos, que impedem que os aromas se volatilizem do mosto, nos 15 minutos finais de fervura. Na fervura também ocorre a inatividade das amilases e proteases presentes. Estas se precipitam em flocos, formando o

trub, sujeira que se acumula no fim do processo de fervura. Ao final da fervura é feito o *whirlpool*, um processo semelhante à centrifugação, onde o mosto é movimentado de forma circular. Isso faz com que o *trub* tenha um assentamento regular e se concentre no centro da tina, evitando a transferência de partículas indesejadas para o fermentador (COSTA, 2013).

2.3.5. Resfriamento

Nesta etapa, o mosto será induzido a temperatura pré-estabelecida em que acontecerá a fermentação, evitando que o micro-organismo ao ser adicionado não sofra com mudanças repentinas de temperatura. O resfriamento deve ocorrer o quanto antes, para diminuir o risco de fermentação (COSTA, 2013).

2.3.6. Fermentação

A fermentação da cerveja deve ser realizada de acordo com o tipo de cerveja que se quer obter. Este processo se divide em dois tipos principais:

- As fermentações “Ale” (de alta fermentação) que duram de 5 a 10 dias e trabalham a temperaturas de 15 a 23 °C;
- As fermentações “Lager” (de baixa fermentação) que geralmente são mais longas, com uma temperatura de fermentação inicial de 8 °C a 15 °C.

É de suma importância manter o controle da temperatura, variações nesse parâmetro em relação a temperatura ideal já colocam em risco a qualidade da cerveja (COSTA, 2013).

2.3.7. Maturação

A maturação consiste em armazenar a cerveja em baixas temperaturas. Essa etapa é fundamental para que a cerveja atinja o seu equilíbrio. Ocorre a saturação do CO₂, a clarificação através da decantação de partículas e resíduos da fermentação e maturação dos compostos que conferem à cerveja o aroma e sabor. Ao iniciar-se essa etapa, a maior parte dos açúcares foi metabolizada em álcool etílico, gás carbônico, glicerol, ácido acético e álcoois superiores (COSTA, 2013).

2.3.8. Envase

O envase pode ser feito em barris ou em garrafas, e realizado em conjunto com a carbonatação da cerveja, usando extratoras ou máquinas específicas para envase. Esta etapa deve ser realizada com o máximo de cuidado e limpeza possível, evitando a contaminação da cerveja, uma vez que sai de um ambiente controlado para o meio externo, potencialmente agressivo para a cerveja (VIEIRA, 2017).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste tópico, serão apresentadas as etapas da produção da cerveja acompanhadas durante o tempo de estágio, englobando apenas a brassagem e o envase.

3.1. Produção da cerveja artesanal

3.1.1. Moagem

O malte de cevada foi separado e pesado de acordo com o tipo de cerveja que será produzida, sendo em seguida batido no moinho de rolos, onde sairá com a granulometria ideal para ser usado nas etapas posteriores. A Figura 2 apresenta o moinho usado na cervejaria.

Figura 2 - Moinho usado na cervejaria Bacurim



Fonte: Autoria própria

3.1.2. Mosturação

O malte moído foi adicionado a tina de mostura contendo água em volume previamente calculado, sendo homogeneizado através de agitação mecânica enquanto é aquecido até atingir as rampas de β -amilase e α -amilase. Por último, a temperatura do mosto foi elevada novamente para a rampa de *mash-out*, e depois de atingido o tempo necessário, foi transportado para a tina de filtragem. Nesta tina também foi aquecida a água de lavagem, que foi usada na segunda etapa da filtragem. Importante ressaltar que é nesta etapa que são feitas as correções químicas na água, através de compostos como o carbonato de cálcio e o sulfato de magnésio, para chegar a composição de sais mais próxima possível do ideal, e o ácido fosfórico, para correção do pH. A Figura 3 mostra a tina de mosturação usada nesta etapa:

Figura 3 - Tina de mosturação da Bacurim



Fonte: Autoria própria

3.1.3. Filtragem

O mosto vindo da tina de mostura passou pelo fundo falso presente na tina de filtragem e, em seguida, foi recirculada com o uso de uma bomba, fazendo o mosto atravessar o fundo falso sucessivas vezes, promovendo sua filtragem. Importante ressaltar que o principal filtrante nesta etapa são os bagaços de malte moído que sobraram da fervura, grandes demais para passar do diâmetro dos furos do fundo. Depois de obter o ponto satisfatório de clarificação, o mosto foi levado à tina de fervura, sendo a água de lavagem aquecida na mostura foi circulada pelo conjunto fundo falso/malte, para obter maior quantidade de mosto. O mosto obtido da água de lavagem foi transportado a tina de fervura, onde se juntou ao mosto da primeira parte da filtragem. A Figura 4 mostra a tina de filtragem usado:

Figura 4 - Tina de filtragem da Bacurim



Fonte: Autoria própria

3.1.4. Fervura

Nesta etapa, o mosto foi aquecido até 100 graus Celsius sendo a temperatura mantida constante por 60 minutos. É na fervura que serão adicionados os lúpulos específicos de cada rótulo, no início e no fim da fervura, bem como insumos específicos, no caso da rapadura preta na Cabaú, e da infusão de ervas na Iguaúna. A Figura 5 mostra a tina usada nesta etapa:

Figura 5 - Tina de fervura da Bacurim



Fonte: Autoria própria

3.1.5. Resfriamento

Depois de atingido o tempo de fervura, o mosto foi circulado com o auxílio de uma bomba, num processo conhecido como *whirlpool*, com a intenção de sedimentar o *trub* e de ajudar a camisa instalada na tina a resfriar o mosto. O tempo médio desta etapa foi de 60 minutos, podendo ser mais de acordo com a necessidade de temperatura de saída.

3.1.6. Passagem

O mosto foi levado ao fermentador passando previamente por um trocador de calor de placas, usando uma solução de glicol como líquido frio. Uma mangueira devidamente esterilizada é conectada a saída do trocador, e em seguida ao fermentador escolhido para armazenar o mosto produzido. A Figura 6 apresenta o equipamento necessário para esta etapa:

Figura 6 - Trocador de calor e mangueira usada na passagem do mosto



Fonte: Autoria própria

3.1.7. Envase

O envase acontece de duas formas: em garrafas e em barris. O processo de envase em barris, envolve uma extratora que liga ao mesmo tempo a saída de cerveja do fermentador e um cilindro contendo gás carbônico. A extratora vai permitindo a passagem de cerveja controlando a pressão interna do barril, mantendo assim a cerveja devidamente carbonatada para consumo através de uma choppeira. O envase em garrafas parte da mesma base, porém quem realiza a interação cerveja/gás carbônico é uma máquina que envasa duas garrafas por vez, onde seu operador deve ficar atento a pressão interna da garrafa. Após o envase, a garrafa é fechada através de uma prensa magnética. A Figura 7 mostra a mesa que se encontram os equipamentos para o envase da cerveja.

Figura 7 - Mesa de envase da Bacurim



Fonte: Autoria própria

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o fim do processo de produção dos seis rótulos comercializados na cervejaria, e usando como base a sequência de brassagem realizada no mês de maio de 2018, foram levantados os dados referentes aos tempos de duração de cada uma, usando como base os dias de brassagem e envase. Também foram levantados dados em relação a eficiência do processo, analisando a brassagem a partir dos valores de volume de água usada, de mosto presente antes da fervura e de mosto total obtido, e analisando também a eficiência de envase, através dos valores de volume total envasado.

Os valores de volume de mosto nas diferentes etapas da brassagem e de quantidade de malte usado então representadas na Tabela 1:

Tabela 1 - Valores de brassagem de maio/18

<i>Rótulos</i>	<i>Aguaraíba</i>	<i>Maracá</i>	<i>Ibaté</i>	<i>Tremembé</i>	<i>Cabaú</i>	<i>Iguaúna</i>
<i>Peso de malte usado (kg)</i>	190	83	107	103	107	106
<i>Volume de água usado (L)</i>	1340	670	670	670	670	670
<i>Volume de pré-fervura (L)</i>	1100	530	540	540	550	540
<i>Percas (L)</i>	240	140	130	130	120	130
<i>Volume de mosto (L)</i>	1000	490	500	490	500	500

Fonte: Autoria própria

O volume de água representado na Tabela 1 corresponde a soma do volume usado na mosturação com o volume da água de lavagem, usado na segunda etapa da filtragem. A diferença entre este volume total e o volume de mosto pré-fervura é explicado por dois fatores: o primeiro e mais significativo, é a absorção de mosto pelo malte moído presente na etapa de filtragem. Tais valores de absorção são de no mínimo 1 quilo de malte para 1 litro de mosto absorvido, podendo ser acima disso dependendo do tipo de malte. O segundo fator é o volume perdido no processo em si, principalmente mosto que fica no fundo da tina de filtragem, que não conseguiu ser devidamente filtrado, se tornando assim inviável de ser utilizada no resto do processo.

Já em relação a diferença entre o volume de pré-fervura e o do fim da brassagem, também são dois os fatores que o explicam: o primeiro é a quantidade de água evaporada

durante a fervura, fenômeno importante e necessário para que o mosto fique na concentração adequada de açúcares para a posterior fermentação, e o segundo é em relação ao mosto misturado com o *trub* residual no fim da passagem, e em consequência descartado por não poder ser adequado a ser utilizado.

O volume final de mosto obtido para os seis rótulos foi igual ou muito próximo do esperado quando calculados os valores de malte e água usados na receita para serem utilizados, onde se esperava 1000 litros para a Aguaraiíba e 500 litros para os demais rótulos. Esses volumes finais de cerveja foram escolhidos usando como base a quantidade e capacidade dos fermentadores disponíveis para uso no espaço da cervejaria.

Em relação ao tempo de duração de produção de cada cerveja, a Tabela 2 traz os dados levantados para os 6 rótulos produzidos em maio de 2018:

Tabela 2 - Tempos de duração das etapas de cada cerveja

<i>Rótulos</i>	<i>Aguaraíba</i>	<i>Maracá</i>	<i>Ibaté</i>	<i>Tremembé</i>	<i>Cabaú</i>	<i>Iguaúna</i>
<i>Dia de Brassagem</i>	02/05	03/05	07/05	03/05	08/05	03/05
<i>Dia de Inoculação</i>	03/05	04/05	08/05	04/05	09/05	04/05
<i>Fim da Fermentação</i>	14/05	10/05	15/05	09/05	15/05	10/05
<i>Dia de Envase</i>	04/06	25/05	30/05	31/05	29/05	01/06

Fonte: Autoria própria

A inoculação da levedura no mosto em todos os rótulos ocorreu um dia depois da brassagem pois este é o tempo necessário para que o fermentador baixe a temperatura do mosto até a faixa ideal para o início da fermentação. O padrão usado na Cervejaria Bacurim é de 8 a 14 graus Celsius para a Aguaraiíba (a única *lager*) e de 18 a 22 graus Celsius para as demais (as *ales*), dentro da faixa de temperatura definida por COSTA (2013), que delimita de 8 a 15 graus para as cervejas *lager*, e de 15 a 23 para as *ales*.

O tempo de fermentação dos rótulos também muda de acordo com o tipo de cerveja: as faixas usadas pela cervejaria são de 6 a 8 dias para as cervejas *ale* e de 10 a 13 dias para a *lager*. Todos os rótulos preparados na brassagem de maio de 2018 estiveram dentro desta faixa, como demonstrado pela Tabela 2.

O intervalo entre o último dia de fermentação e o dia de envase é dedicado a maturação da cerveja. A data de término desta etapa é definida a partir da análise sensorial da cerveja, onde é observado a coloração, gosto e aroma do produto e avaliado pela equipe da Cervejaria Bacurim, se está dentro dos conformes para ser envasada e comercializada. O comparativo entre o volume de mosto produzido, a quantidade de cerveja envasada e pronta para venda e a perda de cerveja no processo, em valores brutos e relativos está na Tabela 3:

Tabela 3 - Valores de produção e envase das cervejas

Rótulos	Aguaraíba	Maracá	Ibaté	Tremembé	Cabaú	Iguaúna
Volume de mosto (L)	1000	490	500	490	500	500
Volume envasado(L)	889	437	448	390	450	350
Perdas (L / %)	111 /	53 /	52 /	100 /	50 /	150 /
	11,1%	10,8%	10,4%	20,4%	10%	30%

Fonte: Autoria própria

Quase toda a perda observada na Tabela 3 acontece devido a quantidade de *trub* gerado nas etapas de fermentação e maturação, que se mistura com a cerveja do fundo do fermentador depois que sedimenta, tornando inviável o uso desta porção de cerveja. A quantidade de *trub* gerada varia com a carga de lúpulos que a cerveja recebe, principalmente no processo de *dry hope* realizado na maturação.

No caso da Cervejaria Bacurim, os rótulos Iguaúna e Tremembé são a que recebem mais lúpulos durante a maturação, assim as perdas de cerveja nelas duas acontecem na faixa de 20%, enquanto que nos outros 4 rótulos, onde não acontece o *dry hope*, ou acontece com menos quantidade de lúpulo, o valor de perda é na casa de 10%.

O segundo principal causador de perda de cerveja é a levedura utilizada na fermentação, pois quando ela é retirada, leva consigo cerveja que absorveu durante o processo fermentativo, além de uma alíquota usada para sua manutenção, a fim de reutilizá-la. Porém, os valores são bem pequenos quando comparados com os valores referentes a perda por *trub*, na faixa de 1 a 2% de cerveja inutilizada.

A partir da Tabela 4, observa-se ainda que o único rótulo que possui valor de perda em desacordo com o esperado é a Iguaúna, que demonstrou um valor de perda de pelo menos 8% acima do que se almeja (um total de 40 litros em valores brutos). Esse valor pode ser explicado pela sedimentação incompleta do *trub* no fermentador. Com o *trub* mais espalhado na tina, mais cerveja se torna inutilizável, assim mais cerveja deve ser descartada no processo de limpeza.

5. CONCLUSÃO

A cervejaria obteve bom rendimento de produção de mosto na série de brassagens, com o mínimo de percas além das já existentes no processo, conseguindo obter o volume final esperado de mosto para os seis rótulos. Porém, melhorias podem ser tomadas em relação ao tempo dedicado ao envase dos rótulos, como a aquisição de uma nova máquina de envase, de maior capacidade de garrafas. Além disso, pode-se atestar os conhecimentos práticos adquiridos ao longo do tempo de estágio, mostrando a importância de um estágio na formação de um profissional.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, B. **Cervejas artesanais no Brasil, de onde veio e para onde vai**. Disponível em: <<http://papodehomem.com.br/cervejas-artesanais-no-brasil-de-onde-veio-e-para-onde-vai/>>.

Acesso em: 19 agosto. 2018.

CADERNO SETORIAL ETENE. **Indústria de bebidas alcoólicas**. Disponível em: <<https://www.bnb.gov.br/documents/80223/1527922/bebidas.pdf/f4fbacee-fcc2-1302-fe82-524cd8091422>>. Acesso em: 10 ago. 2018.

CERVBRASIL. **Anuário 2016**. Disponível em: <http://www.cervbrasil.org.br/novo_site/anuarios/cervbrasil-anuario2016_web.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2018.

COSTA, F. C. DA. **Processo de produção de cerveja artesanal**. Disponível em: <<http://www.missaosommelier.com.br/processo-de-producao-de-cerveja-artesanal/>>. Acesso em: 11 agosto. 2018.

MANZOLLI, Eduardo Scandinari. **Produção de cerveja utilizando laranja como adjunto de malte**. 2015. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MEGA, Jéssica Francieli; NEVES, Etney; ANDRADE, Cristiano José de. **A PRODUÇÃO DA CERVEJA NO BRASIL**. Revista CITINO, [S.l.], 11 out. 2011. HESTIA, p. 34-42. Disponível em: <<http://www.hestia.org.br/wp-content/uploads/2012/07/CITINOAno1V01N1Port04.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

PINHEIRO, Á. D. T. **FERMENTAÇÃO ALCÓOLICA DO SUCO DE CAJU (*Anacardium occidentale* L.): INFLUÊNCIA DE CONDIÇÕES OPERACIONAIS**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Departamento de Engenharia Química. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

REBELLO, Flávia De Floriani Pozza. Produção de cerveja. **Revista Agrogeoambiental**, v. 1, n. 3, 2009.

SEBRAE MERCADOS. **O mercado brasileiro de bebidas alcoólicas**. Disponível em: <<http://www.sebraemercados.com.br/o-mercado-brasileiro-de-bebidas-alcoolicas/>>. Acesso em: 10 ago. 2018.

SILVA, Daniel Pereira da. **PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE CERVEJA OBTIDA A PARTIR DE MOSTOS COM ELEVADAS CONCENTRAÇÕES DE AÇÚCARES**. 2005. 177 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia Industrial) - Faculdade de Engenharia Química de Lorena, Lorena - SP, 2005. Disponível em: <<http://sistemas.eel.usp.br/bibliotecas/antigas/2005/BIT05002.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

UFRGS. **Cerveja**. Disponível em:

<<http://www.ufrgs.br/alimentus1/feira/prcerea/cerveja/defini.htm>>. Acesso em: 17 ago. 2018.

VIEIRA, Emanuel da Silva. **ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA CERVEJARIA ARTESANAL EM MOSSORÓ**. 2017. 29 f. Relatório de Estágio (Graduado em Engenharia Química) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró/RN, 2017.