



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO DE ENGENHARIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA
ENGENHARIA QUÍMICA**

JOSÉ MARIA ALMEIDA NETO

**AVALIAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO DA CERVEJARIA BACURIM –
MOSSORÓ/RN**

MOSSORÓ - RN

2019

JOSÉ MARIA ALMEIDA NETO

**AVALIAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO DA CERVEJARIA BACURIM –
MOSSORÓ/RN**

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

Orientador: Prof. Dr. Manoel Reginaldo
Fernandes

Supervisor de estágio: Eng. Químico Francisco
Fernandes da Costa Filho – Cervejaria Bacurim

MOSSORÓ-RN

2019

JOSÉ MARIA ALMEIDA NETO

**AVALIAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO DA CERVEJARIA
BACURIM – MOSSORÓ/RN**

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

UFERSA, 20 de março de 2019.

BANCA EXAMINADORA

Manoel Reginaldo Fernandes

Manoel Reginaldo Fernandes – Presidente – UFERSA

Claudio Costa dos Santos

Claudio Costa dos Santos – Primeiro Membro – UFERSA

Francisco Fernandes da Costa Filho

Francisco Fernandes da Costa Filho – Segundo Membro – Cervejaria Bacurim

© 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.

A447 Almeida Neto, José Maria .
34 Avaliação do Processo Produtivo da Cervejaria
111 Bacurim - Mossoró/Rn / José Maria Almeida Neto. -
469a 2019.
24 f. : il.

Orientador: Manoel Reginaldo Fernandes.
Relatório (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia
Química, 2019.

1. cerveja artesanal. 2. processo produtivo .
3. limpeza de vasos. I. Reginaldo Fernandes,
Manoel , orient. II. Título.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser meu caminho e luz em todas as horas. Pois sem Ele, nada disso teria acontecido.

Aos meus pais, Lucilene e Jairo, por todo esforço e dedicação para que eu chegasse até onde cheguei. Sem seus apoios, nada seria.

Aos meus irmãos, Jenifer e Jorge, que deram suporte suficiente para minha conquista.

Aos meus familiares, pois com eles nada faltará.

A meu orientador, Prof. Manoel Reginaldo Fernandes, pelas orientações, atenção, dedicação e profissionalismo.

As minhas amigas de infância, Hávila e Cyntia, pelos conselhos dados e horários dedicados a distração. Aos meus amigos de faculdade, Mayara Alana, Thais Linhares, Pedro Lucas, Gustavo Henrique, Victória Shirley e Jonas Medeiros, por todo apoio emocional e madrugadas de exaustão compartilhadas com felicidade.

À Cervejaria Bacurim, Ciro Jales, Fernandes Costa, Rodrigo Mendes, Lucia e todos que fazem parte da Bacurim, por estar com as portas abertas para realização do estágio e poder fazer parte desse grupo.

À UFERSA por todo conhecimento a mim proporcionado durante todo esse percurso, alterando minha visão de mundo.

À maioria dos professores, pela dedicação e disposição a compartilhar um pouco do que aprenderam durante seus percursos, contribuindo de forma positiva no meu.

RESUMO

O presente trabalho mostra o processo produtivo da cervejaria Bacurim presenciado por um estagiário. Para que o processo produtivo ocorra, é necessária uma sequência de várias etapas, sendo elas: moagem do malte; mosturação, para que a água entre em contato com o amido; filtragem, onde ocorre separação da parte sólida com a parte líquida; fervura, ocorrendo a adição de lúpulo e adesão de odores e sabores; fermentação, etapa de ação da levedura; e envase, a qual a cerveja será posta em vasos ou barris. O processo de limpeza e sanitização também é vivenciado, para o aprendizado das devidas especificações quanto ao uso de águas tratadas, detergentes e outros tipos de matérias sanitizantes.

Palavras chaves: cerveja artesanal, processo produtivo e limpeza de vasos.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	4
2.	OBJETIVO	4
3.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	5
3.1.	CERVEJARIA BACURIM.....	5
2.2	MATERIA PRIMA.....	5
2.2.1	Água.....	5
2.2.2	Malte	6
2.2.3	Lúpulo.....	7
2.2.4	Levedura	8
2.3	PROCESSO DE PRODUÇÃO	9
2.3.1	Moagem	9
2.3.2	Mosturação	9
2.3.3	Filtragem.....	10
2.3.4	Fervura	10
2.3.5	Fermentação	10
2.3.6	Envase	11
		12
2.4	PROCESSO DE LIMPEZA E SANITIZAÇÃO	12
2.4.1	Depósitos ou Sujidades.....	13
2.4.2	CIP	13
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES	18
6.	REFERÊNCIAS.....	19

1. INTRODUÇÃO

A cerveja é a terceira bebida mais popular em todo o mundo depois de chá e café, e é a bebida alcoólica mais preferida (RODHOUSE; CARBONERO, 2017). Em resposta ao aumento da demanda do consumidor em relação a novos produtos, atualmente existe um aumento mundial na popularidade de cervejas artesanais, uma nova geração de produtos obtidos em pequenas cervejarias focadas na produção de cervejas tradicionais, cervejas e até estilos de cerveja que não cabem em nenhum dos dois estilos principais (CAPECE et al., 2018).

A cerveja é uma bebida cuja composição se baseia em quatro principais elementos: água, malte de cevada, levedura e lúpulo. A composição de cada matéria-prima e a maneira como os sabores derivados dessas matérias-primas se combinam durante o processo de fermentação têm um enorme impacto no caráter final da cerveja e permitem a grande variedade de cerveja disponíveis atualmente (PARKER, 2012).

Dentre as cervejas de estilo europeu existe uma preparação mais simples a qual as etapas se caracterizam por incubar e misturar grãos de cereais com água morna. Às vezes o malte moído é misturado com outros materiais ricos em amido e/ou enzimas. A solução obtida é fervida com lúpulo ou preparações de lúpulo. A solução fervida é clarificada e arrefecida. O líquido arrefecido é fermentado por levedura adicionada (BRIGGS et al., 2004).

De acordo com Parker (2012), para uma cerveja de 4,0%, a composição compreenderia cerca de 94% de água, 1 a 2% de açúcares residuais, 4% de etanol e 0,1% de compostos de sabor. Embora a quantidade de compostos que fornecem sabor a cerveja seja muito pequena em comparação com outros componentes, são estes, os responsáveis pelo paladar único de cada cerveja.

Estudos estão sendo feitos quanto ao uso de microrganismos probióticos em cervejas sem álcool a fim de analisar a capacidade nutricional e benefícios a saúde, o que não se pode fazer a bebidas contendo mais de 1,2% de etanol (SENKARCINOVA et al., 2019).

2. OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo principal apresentar as atividades realizadas durante o estágio para a produção da cerveja, na cervejaria Bacurim, mostrando os materiais utilizados, as etapas da produção, e os equipamentos do processo.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. CERVEJARIA BACURIM

A produção artesanal da Cerveja Bacurim teve início no ano de 2014, por Ciro Jales, em sua residência em Mossoró-RN, o qual começou utilizando panelas de 40 litros para consumo próprio, de amigos e familiares (VIEIRA, 2017).

Em 2015, a comercialização da cerveja foi iniciada juntamente com seus familiares, que se utilizaram de recursos científicos para aprofundar a busca de conhecimento das cervejas artesanais, passando de uma produção artesanal caseira para tanques maiores e aumentando a variedade de cerveja da casa. O estudo e as degustações fizeram descobrir o que seria um impulso inicial para produção de cerveja de alta qualidade para todos (VIEIRA, 2017).

Atualmente, a cervejaria Bacurim possui 6 tipos de cervejas em seu cardápio: American Lager, American Pale Ale, American Blonde Ale, Session Indian Pale Ale (IPA), Belgium Dubble e Black IPA, com nomes comerciais Aguaraiá, Maracá, Ibaté, Tremembé, Cabaú e Iguaúna, respectivamente (VIEIRA, 2017).

2.2 MATERIA PRIMA

2.2.1 Água

A cerveja tem como constituinte principal a água, a qual compreende normalmente 92-95% desta (BRIGGS et al., 1986). Para o processo de fermentação utiliza-se substancialmente mais água do que aquela que acaba na cerveja, já que são necessárias grandes quantidades para a limpeza, arrefecimento e geração de vapor para aquecimento, bem como as utilizadas no próprio processo de produção de cerveja (PARKER, 2012).

Como a água é um produto de ampla utilização, muita ênfase tem sido colocada nos últimos anos no desenvolvimento de tecnologias para reduzir o consumo de água em cervejarias e reciclar o máximo de água possível reduzindo o efluente. Portanto, uma cervejaria moderna terá vários fluxos de água atendendo a diferentes necessidades e haverá vários tratamentos, incluindo filtração a carvão, ultra-filtração e deionização para garantir o equilíbrio desejado de íons na água relevantes para o processo envolvido (BAMFORTH, 1998).

Diferentes fontes de água têm diferentes perfis químicos e benefícios, portanto, podem variar para cada estilo de cerveja. A utilização de água com uma alta pureza é uma grande ideia na teoria, mas a realidade da fabricação de cerveja é que a dureza da água é realmente recomendada para um melhor desempenho de cerveja, e outros íons podem ser benéficos para o sabor da cerveja, como por exemplo, pequenas quantidades de cobre no mosto para reduzir sulfuretos e outros compostos de enxofre como H_2S na cerveja (PALMER; KAMINSKI, 2013).

O cálcio é importante no processamento, afetando o pH do mosto, como co-fator de atividade enzimática, precipitação de oxalato na cerveja e flotação de leveduras, mas tem pouco efeito direto sobre o sabor. Os íons cloreto e sulfato, no entanto, são considerados importantes para o paladar da cerveja, já que considera-se que os sulfatos melhoram a secura de uma cerveja e que os cloretos proporcionam corpo e plenitude (PARKER, 2012).

2.2.2 Malte

A cevada (*Hordeum vulgare*) é o principal cereal utilizado para fazer malte, e o malte de cevada compreende 90% da produção global de cerveja. Tal como acontece com outros cereais, o açúcar é mantido dentro do grão de cevada na forma de amido, o qual não é fermentável e não pode ser usado pela levedura como fonte de alimento durante a fermentação. Antes que a cevada seja usada no processo de fermentação, ela deve ser maltada para gerar as enzimas necessárias para decompor (ou modificar) a matriz de proteína-glucano ao redor do amido (PARKER, 2012).

Na cevada, o amido é mantido dentro das células no endosperma do grão, circundado por uma parede de proteína, pentosana e material glucano. Enzimas naturalmente presentes na cevada devem degradar este material para liberar o amido, e isso ocorre durante a maltagem do grão. É então durante o estágio de esmagamento no processo de fermentação que o amido é decomposto pelas enzimas do malte em açúcares que a levedura pode fermentar (PARKER, 2012).

Em seu processo de maltagem o grão de cevada é primeiro hidratado por um regime alternativo de maceração e descanso de ar que permite que a água e o oxigênio ativem o embrião para produzir hormônios e enzimas. Quando o grão começa a germinar, são produzidas enzimas que quebram as paredes das células em torno do amido e o grão começa a crescer, produzindo raízes e brotos. Antes da maioria do amido ser quebrado, a germinação é interrompida pela

secagem controlada do grão chamada de kilning, a fim de preservar as enzimas e o amido para o processo de fermentação (BRIGGS et al., 2004; PARKER, 2012).

Os grãos maltados são a principal fonte de açúcares e proteínas que fornecem a retenção de álcool, corpo e cabeça na cerveja. Certos grãos também fornecem sabores e cheiros especiais, como o torrado em stouts e cores, como âmbar profundo em doppelbocks. Até mesmo uma cor vermelha pode ser criada usando um grão particular especial chamado Belgian Special B, desenvolvido pelos fabricantes de Chimay Red. Assim, os maltes são um dos principais contribuintes para os sabores característicos, aromas e cores de diferentes estilos de cervejas. (JANSON, 1996)

2.2.3 Lúpulo

A planta do lúpulo (*Humulus lupulus L.*) é um membro da família *Cannabaceae* que cresce em regiões temperadas do mundo. É usado na fabricação de cerveja para dar amargor e caráter floral. Os componentes aromatizantes do lúpulo são as resinas e os óleos essenciais, que são produzidos nas glândulas lupulinas encontradas nos bráctolos de base das sementes dos cones da planta feminina. (BOULTON; QUAIN, 2001)

O lúpulo contribui para o amargor e o sabor lupulado da cerveja, assim como para o aroma, além de melhorar a formação de espuma e a estabilidade da espuma. Além disso, o lúpulo tem propriedades antibacterianas e fornece proteção contra a deterioração de certos microorganismos. (PARKER, 2012).

O lúpulo contém uma variedade de espécies químicas, incluindo celulose e ligninas, proteínas, lipídios e resinas, óleos e taninos (BAMFORTH, 1998).

Os extratos de óleo de lúpulo estão agora disponíveis para adicionar flúor à cerveja. Esses extratos podem ser frações purificadas de aroma de lúpulo, floral, picante, frutado, herbário ou extrato de uma única variedade de lúpulo, Golding, Saaz e Cascade. Estes produtos podem ser adicionados à caldeira de mosto ou na maioria das vezes pós-fermentação, antes da embalagem, pois estes compostos podem ser perdidos através de ventilação, absorção e até mesmo transformados pelo metabolismo da levedura durante a fermentação (BAMFORTH, 2001b).

2.2.4 Levedura

O papel fundamental da levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) durante a fermentação é atenuar o mosto para produzir álcool, embora também produza sabor, usando ácidos graxos, aminoácidos, micro e macro-nutrientes para alcançar essa função (BAMFORTH, 2008).

Qualquer fator do processo de fermentação que enfatize a levedura durante ou após a fermentação pode resultar na formação de componentes desestabilizadores de espuma tais como proteases, lípidos ou em casos extremos a lise de células de levedura que entrariam nestes e outros componentes indesejáveis na cerveja. O ponto de partida óbvio é lançar levedura vital e viável de alta qualidade (BAMFORTH, 2008).

Os cervejeiros dividiram a levedura em dois grupos. Aquelas que trabalham em temperaturas mais altas (16–22 °C) são tradicionalmente usados para fabricação de ALE. Uma vez que a fermentação esteja completa, as leveduras floculam, ou agregam, no topo do fermentador e são retiradas para relançamento em novas cervejas. Estas leveduras de alta fermentação são chamadas *Saccharomyces cerevisiae* (PARKER, 2012).

As cepas de levedura que fermentam a temperaturas mais baixas (6–16 °C) são tradicionalmente usadas para cervejas ao estilo lager e se acomodam no fundo do fermentador no final da fermentação. Estas leveduras de fermentação de fundo são conhecidas como *Saccharomyces carlsbergensis* (PARKER, 2012).

Além do etanol e do dióxido de carbono, uma infinidade de outros produtos menores do metabolismo da levedura é formada durante a fermentação. Muitos destes contribuem para o sabor e aroma da cerveja. A produção de um espectro desejado de compostos de aroma constitui outro critério de seleção para cepas de levedura, embora com a ressalva de que as condições de fermentação devam ser controladas adequadamente para assegurar que esses subprodutos metabólicos menores sejam sintetizados em quantidades desejadas e consistentes (BRIGGS et al., 2004).

É essencial usar uma boa quantidade de levedura saudável, e a levedura é geralmente coletada no final de uma bebida para posterior reutilização na bebida seguinte. Na maioria das cervejarias modernas, um novo lote de levedura é propagado ou cultivado a cada 8-12 gerações. Essa propagação regular ajuda a manter a qualidade e o desempenho da levedura (PARKER, 2012).

2.3 PROCESSO DE PRODUÇÃO

2.3.1 Moagem

Quando uma reação envolve duas fases da matéria, sólido e líquido, neste caso, a reação só pode ocorrer na interface onde as fases se encontram. A reação é mais rápida se o grão sólido é quebrado em pedaços menores, porque a quebra das partículas de amido expõe a área de superfície adicional na qual os reagentes se encontram (BARTH, 2013).

Os grãos são quebrados em um dispositivo chamado moinho. O tipo usual de moinho esmaga os grãos entre rolos de aço. O tamanho de partícula do grão esmagado, chamado grist, pode ser controlado até certo ponto pelo espaçamento entre os rolos, chamado gap. Outro tipo de moinho é o moinho de martelos. Um moinho de martelo tem um rotor preso a barras de metal, chamadas de martelos. O rotor gira rapidamente, fazendo com que os martelos esmaguem o grão com farinha (BARTH, 2013).

Os adjuntos sólidos mais comumente usados são cevada, trigo, milho, arroz e triticale. Estes vêm em muitas formas para facilitar a extração de açúcares. Por exemplo, sob a forma de flocos laminados secos, como um grão moído, em forma micronizada ou torrada (produto do aquecimento rápido de grãos de cereais), como farinha (farinha de trigo) e como grits (BOULTON; QUAIN, 2001).

2.3.2 Mosturação

A mostura de todos os estilos de cerveja, desde a lager mais leve até a mais escura, deve incluir uma conversão de amido. Esta é a parte mais importante da mosturação, quando muitas das grandes moléculas de amido, amilopectina e amilose são quebradas em glicose, frutose, maltotriose e outros açúcares fermentáveis. As moléculas maiores que não foram quebradas dão a cerveja a sua doçura e, em certa medida, o corpo. Assim como no repouso protéico, as enzimas responsáveis pela conversão do amido possuem temperatura e pH ótimos (JANSON, 1996).

A temperatura/pH de conversão de amido mais desejável é um compromisso do que é melhor para as enzimas como um todo. Esta condição de comprometimento é de 65 a 71,1°C e pH de 5,3 a 5,4. Após isso, aplica-se o processo de mash-out que é realizado aquecendo o mosto a 75,6 ° C, para interromper a degradação do amido (JANSON, 1996).

Existem duas enzimas importantes para a quebra. Uma enzima, alfa-amilase (α -amilase), divide as unidades de açúcar em pontos aleatórios no meio de uma cadeia. Os produtos da ação da alfa-amilase são cadeias de amido mais curtas, que geralmente não são utilizáveis pela levedura, mas que fornecem as extremidades da cadeia para que a outra enzima trabalhe. A outra enzima, beta-amilase (β -amilase), corta seletivamente uma molécula com duas unidades de açúcar a partir do final de uma cadeia de amido. A molécula de duas unidades de açúcar é um açúcar chamado maltose (BARTH, 2013).

2.3.3 Filtragem

A filtração é o processo de remoção de sólidos do líquido por passagem através de um meio poroso. A eficácia da filtração depende do tamanho das partículas e da porosidade do meio filtrante. Materiais suspensos em líquido permanecerão no meio filtrante ou no meio filtrante, se forem maiores do que a abertura dos poros (OLIVER, 2012).

A filtração do mosto é normalmente feita em duas etapas: a) na primeira, a fração líquida simplesmente atravessa o leito filtrante, dando origem ao mosto primário; b) na segunda, o resíduo sólido é lavado com água. A finalidade dessa lavagem é recuperar o extrato que fica retido na torta de filtro, após a separação do mosto primário (AQUARONE, 2001).

2.3.4 Fervura

A ebulição do mosto é importante porque é quando um número de sabores e aromas são produzidos, os sabores de substâncias mais voláteis são retirados e as características de uma cerveja são definidas de uma forma que nenhum outro processo pode recriar (JANSON, 1996).

Durante a fervura, ocorrem várias alterações no mosto, das quais as mais óbvias são a coagulação da proteína como "ruptura a quente" ou "trub", a obtenção de amargor e aroma de lúpulo e a destruição de microrganismos. A evaporação do mosto reduz o volume em $\pm 7-10\%$, e por isso está concentrada. Substâncias voláteis indesejadas ricas em sabor e aromáticas são removidas (BRIGGS et al., 2004).

2.3.5 Fermentação

O mosto clarificado é resfriado usando um para-fluxo ou trocador de calor e bombeado para o vaso de fermentação, onde a oxigenação e a levedura permitem que a fermentação

comece. A maioria das cervejas está sujeita a processamento pós-fermentativo para produzir um produto embalado, que é estável, tanto do ponto de vista microbiológico, físico e de sabor. Os processos a jusante envolvidos incluem "condicionamento" (ou "maturação", ou "envelhecimento"), filtração e pasteurização/filtração estéril (BOULTON; QUAIN, 2001).

O oxigênio é adicionado para permitir que a levedura produza os compostos necessários para absorver os açúcares do mosto. A levedura da cepa desejada é adicionada ("pitched") e geralmente o fermentador é vedado com uma válvula unidirecional que permite que o gás escape, mas sem entrada de ar (BARTH, 2013).

Durante o estágio inicial, com duração de algumas horas, a levedura se ajusta ao ambiente do fermentador, tornando suas membranas mais fluidas para permitir a fácil ingestão de açúcares do mosto. No próximo estágio de fermentação, as células de levedura se multiplicam. Eles pegam açúcares e produzem etanol, dióxido de carbono e energia para seus processos de vida. A reação química é um processo chamado fermentação anaeróbica. O produto final é o etanol, caracterizando a cerveja como uma bebida alcoólica. (BARTH, 2013).

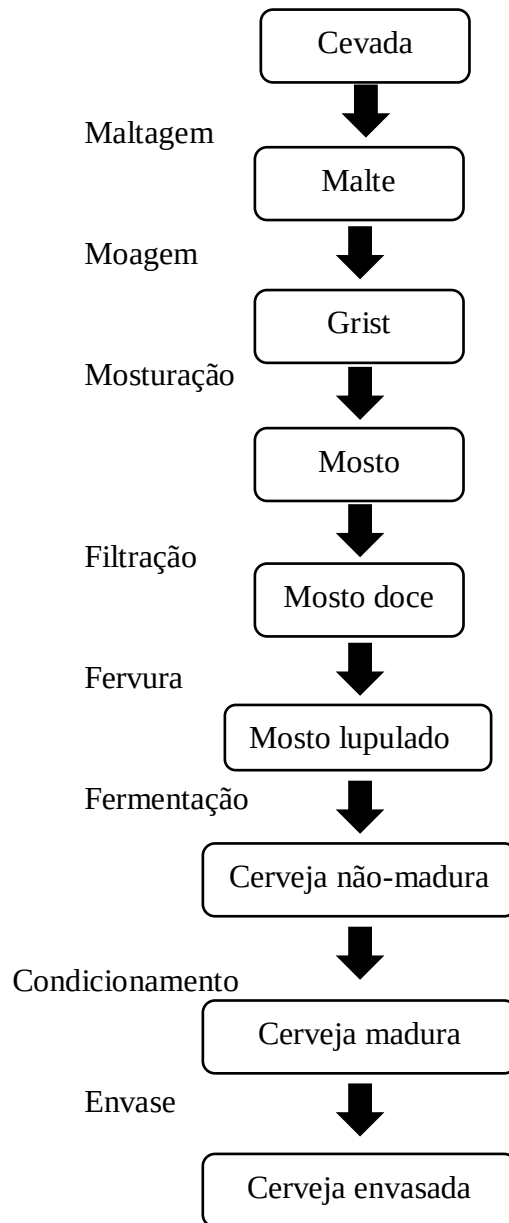
2.3.6 Envase

O condicionamento é a realização, pós-fermentação, do caráter correto de maturação e carbonatação de uma determinada cerveja. Como tal, "condicionamento" é um termo genérico que pode incluir lagering, envelhecimento relativamente quente em um tanque, refermentação na garrafa ou refermentação em um barril (OLIVER, 2012).

Como forma de evitar a contaminação, é necessário se ter muito cuidado no envase, sendo assim, realiza-se a sanitização das garrafas e barris em que são armazenados a cerveja. Para envasar as garrafas de 355 mL e 600mL, utiliza-se uma máquina de envase de dois bicos, pressurizada, conectado no fermentador e a um cilindro de CO₂. Por diferença de pressão a cerveja contida no fermentador passa para a garrafa, mantendo fora de contato com o ambiente. Também é realizado envase em barris de 30 e 50 litros, pressurizando o barril que está conectado ao fermentador, e utiliza-se o mesmo princípio de diferença de pressão para a transferência da cerveja, do fermentador para o barril (COSTA, 2018).

A abordagem adotada para manter a qualidade pós-fermentativa da cerveja é geralmente a de evitar a contaminação com ar ou oxigênio. Isto pode ser conseguido segurando a cerveja sob uma atmosfera de dióxido de carbono (BAMFORTH, 2008). As etapas do processo são mostradas no fluxograma 1.

Fluxograma 1 – Processo produtivo da cerveja



Fonte: Boulton e Quain (2001)

2.4 PROCESSO DE LIMPEZA E SANITIZAÇÃO

A maior parte da água cervejaria é utilizado para a limpeza. Uma fábrica de cerveja ultra-moderna pode utilizar apenas um tubo de água de limpeza para fazer um barril de cerveja, mas cervejarias mais velhas, menos eficientes, podem utilizar 3-8 barris para a limpeza por barril de cerveja produzido. Água de lavagem deve ter uma reduzida dureza (cálcio e magnésio <50 ppm

de dureza total recomendada) para fazer o uso mais eficiente de detergentes e produtos cáusticos (PALMER; KAMINSKI, 2013).

2.4.1 Depósitos ou Sujidades

Após todo o processo de produção da cerveja, resíduos podem ser formados como subprodutos indesejáveis das reações, sendo estes chamados de sujidades. Alguns exemplos são partículas que se prenderam as superfícies ou escamações depositadas em áreas de difícil acesso.

A determinação do tempo adequado de higienização é de grande importância para a eficiência do processo. Deve ser suficientemente longo para que as reações químicas e as interações físicas ocorram como esperado; mas não deve ser excessivo, pois reduziria a produtividade da indústria (MELERO JUNIOR, 2011).

2.4.2 CIP

CIP (Clean in Place) é a limpeza de todos os componentes da planta ou circuitos de tubulações sem desmontar ou abrir os equipamentos e com pouco ou nenhuma intervenção do operador. O processo envolve o espalhamento nas superfícies ou a circulação das soluções de limpeza sob condições de elevada turbulência e velocidade de fluxo (TAMIME, 2008).

A higienização das superfícies que têm contato com alimentos é feita em duas principais etapas distintas. A primeira é a limpeza que se caracteriza pela remoção total de resíduos presentes nas superfícies através da utilização de detergentes químicos. A segunda é a sanitização, apresentando-se como uma redução da população microbiana até níveis considerados seguros para a saúde pública (SCHMIDT, 1997).

A realização da sanitização pode ocorrer de maneira térmica, através de água quente ou vapor; ou química, pela ação de agentes sanitizantes químicos como hipoclorito de sódio, ácido peracético, entre outros (SCHMIDT, 1997).

A soda cáustica não é considerada por si só um sanitizante, de forma que, é um meio com pH elevado, bactérias podem ser achadas em elevados números em soluções cáusticas a temperatura ambiente. Porém, se a soda for aquecida até pelo menos 44°C se obtém um bom efeito sanitizante, mas o efeito depende do tempo, concentração e temperatura (JACQUES; LYONS; KELSALL, 2003).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No processo produtivo, as atividades tiveram início na etapa de moagem do malte, o qual pôde-se ver a cervada o moinho de rolos, como são mostrados nas figuras 1 e 2.

Figura 1: Malte para alimentação do moinho



Fonte: Primária (2019)

Figura 2: Equipamento de moagem (moinho)



Fonte: Primária (2019)

Logo em seguida, pôde-se observar as etapas de mosturação, filtração e fervura que acontece na sequência. A princípio, o “grist” alimenta o mosturador e em seguida são colocados os sais para deixar o mosto nas devidas especificações. O mosto passa pelas rampas de temperaturas, para a ativação das enzimas.

Terminando o tempo necessário para a utilização das rampas, o mosto é direcionado ao filtrador, com auxílio de bombas, o qual separa-se as partículas maiores do líquido. Fez-se necessário conhecer os equipamentos para saber o momento em que as válvulas de acessos deveriam ser ligadas ou desligadas.

Após o processo de recirculação, o líquido é direcionado ao equipamento de fervura, onde será acrescentado o lúpulo e elevado a temperatura a aproximadamente 100°C. A figura 3 mostra os equipamentos de mosturação, filtragem e fervura.

Figura 3: Equipamentos de mosturação, filtragem e fervura.



Fonte: Primária (2019)

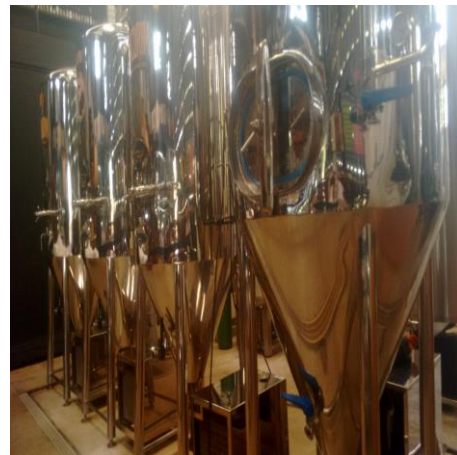
Passada a etapa da fervura, a cerveja passa por um trocador de calor, mostrado na Figura 4, onde finalmente é encaminhada ao fermentador (Figura 5). É nesse processo que há a ação das leveduras. Estas, podem ser reutilizadas em outras cervejas do mesmo tipo. Diariamente, são verificadas as pressões nos fermentadores, retidas amostras da cerveja, para verificar o desempenho, e alimentado CO₂ nos fermentadores, enquanto acontece o processo de fermentação. Após a fermentação é iniciada a etapa de maturação, a qual a levedura decanta no fermentador e é retirada parcialmente, a cada dia.

Figura 4: trocador de calor de placas



Fonte: Primária (2019)

Figura 5: Fermentadores



Fonte: Primária (2019)

Após o tempo de maturação determinado para cada tipo de cerveja, ela é retirada dos fermentadores e conectada diretamente a máquina de envase, mostrado na figura 5.

Figura 5: Máquina de envase



Fonte: Primária (2019)

Antes que os vasos ou barris sejam conectados aos fermentadores, é necessário que eles estejam sob as devidas especificações de limpeza. Os vasos são lavados primeiramente a parte externa. Posteriormente, são encaminhados a um equipamento de limpeza que suporta uma grade (24 vasos), mostrado na figura 6. Neste, usa-se a princípio água tratada, para a retirada de sujeiras maiores na parte interna. A seguir, são lavados com ácido peracético, para que o material esteja devidamente sanitizado.

Figura 6: Equipamento de limpeza de vasos de cerveja

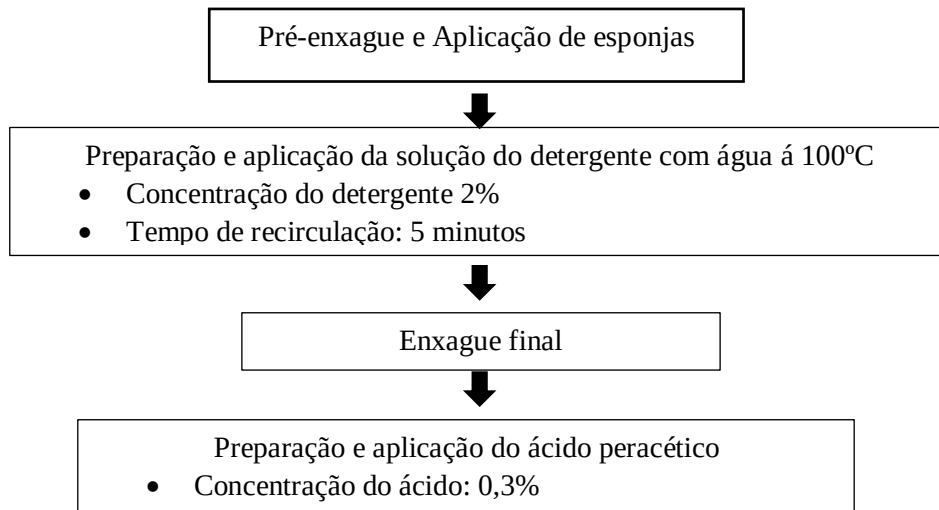


Fonte: Primária (2019)

Os barris são lavados internamente com o auxílio de uma bomba, sendo chamada esta etapa de pré- enxague. Após a lavagem, utiliza-se um detergente alcalino que possui o hidróxido de sódio como composto principal, aplicando a uma concentração de 2% em volume. A água de lavagem é aquecida a aproximadamente 100°C e misturada ao composto alcalino para ser aplicada nos barris, de forma a remover incrustações e microrganismos.

Posteriormente a lavagem com a mistura, faz-se o enxague final para remoção de qualquer resíduo restante do detergente. Como etapa final da limpeza, utiliza-se a solução sanitizante de ácido acético a concentração de 0,3% em volume. O fluxograma 2, mostra sistematicamente o processo de enxague e sanitização dos tanques de mosturação, filtragem e fervura.

Fluxograma 2: Processo de sanitização e limpeza



Fonte: Costa (2018)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES

Após a análise de todas as etapas, observou-se que o processo produtivo não apresenta um sistema de pasteurização. A implantação desse tipo de etapa auxiliaria quanto a eliminação ou redução ao mínimo da concentração de microrganismos que podem deteriorar a bebida, aumentando também o valor agregado da cerveja.

O malte, resultante do processo de filtragem, que é doado a pecuaristas ou fazendeiros da região, poderia ser vendido e direcionado a algum tipo de empresa cuja matéria prima seja grãos, como padarias (para fabricação de bolos e pães), ou ser feitos estudos relacionados a capacidade de adsorção deste, para implementação nesse tipo de processo.

6. REFERÊNCIAS

- APECE, A et al. Use of *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* in co-fermentations with *S. cerevisiae* for the production of craft beers with potential healthy value-added. **International Journal Of Food Microbiology**, [s.l.], v. 284, p.22-30, nov. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.06.028>.
- AQUARONE, E. et al. **Biotecnologia Industrial: biotecnologia na produção de alimentos**. Vol. 4, São Paulo: Blucher, 2001.
- BAMFORTH, C. **Beer**: Tap into the Art and Science of Brewing. Nova Iorque: Plenum Press Berlin, 1998. 245 p.
- BAMFORTH, Charles. **Beer**: A Quality Perspective. Califórnia: Academic Press, 2008. 304 p.
- BAMFORTH, C. **Beer Flavour**: Esters. Nova Iorque: Brewers Guardian, 2001b. p.32-43
- BOULTON, C; QUAIN, D. **Brewing Yeast and Fermentation**. Oxford: Blackwell Science Ltd, 2001. 659 p.
- BRIGGS, D. E. et al. **Brewing**: Science and practice. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2004. 863 p.
- COSTA, R. M. **Processo de Limpeza e Sanitização da Cervejaria Bacurim**. 2018. 20 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2018.
- JANSON, L. W.. **Brew Chem 101**: The basics of homebrewing chemistry. Texas: Deborah L. Balmuth, 1996. 83 p.
- JACQUES, K.; LYONS, T.; KELSALL, D. **The alcohol textbook**. Nottingham: Nottingham University Press, 2003.
- MELERO JUNIOR, Valdir. **Instrumentação e identificação de um processo de sanitização cinética CIP**. 2011. 134 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos, Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, 2011.
- OLIVER, Garrett. **The Oxford companion to beer**. New York: Oxford University Press, Inc., 2012. 1276 p.
- PALMER, J; KAMINSKI, C. **Water**: A comprehensive guide for brewers. Colorado: Kristi Switzer, 2013. 260 p.
- PARKER, D. K.. Beer: production, sensory characteristics and sensory analysis. In: PIGGOTT, John (Ed.). **Alcoholic beverages**: Sensory evaluation and consumer research. UK: Woodhead Publishing Limited, 2012. Cap. 6. p. 133-157.
- RODHOUSE, L; CARBONERO, F. Overview of craft brewing specificities and potentially associated microbiota. **Critical Reviews In Food Science And Nutrition**, [s.l.], p.1-12, 14 set. 2017. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2017.1378616>.

SCHMIDT, R. H. **Basic elements of equipment cleaning and sanitizing in food processing and handling operations**. Institute of Food and Agricultural Sciences,, University of Florida, 1997.

SENKARCINOVA, B et al. Probiotic alcohol-free beer made with *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii*. **Lwt**, [s.l.], v. 100, p.362-367, fev. 2019. Elsevier BV.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2018.10.082>.

TAMIME, A. **Cleaning-in-Place**: Dairy, Food and Beverage Operations. 3.rd. Oxford: Blackell Publishing, 2008.

VIEIRA, E. S. **Acompanhamento do processo produtivo de uma cervejaria artesanal em Mossoró**, 2017. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2017.