



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

FRANCISCO FERNANDES DA COSTA FILHO

PROCESSO PRODUTIVO DA CERVEJARIA BACURIM

MOSSORÓ - RN

2018

FRANCISCO FERNANDES DA COSTA FILHO

PROCESSO PRODUTIVO DA CERVEJARIA BACURIM

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.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Geraldine Angélica Silva
da Nóbrega – UFERSA

Supervisor de estágio: Ciro Carlos Jales Carvalho
– Cervejaria Bacurim

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.

C837p Costa Filho, Francisco Fernandes da.
Processo produtivo da cervejaria Bacurim /
Francisco Fernandes da Costa Filho. - 2018.
22 f. : il.

Orientadora: Geraldine Angélica Silva da
Nóbrega.
Relatório (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia
Química, 2018.

1. Processo produtivo de cerveja. 2. Cerveja
Artesanal. 3. Cervejaria Bacurim. I. Nóbrega,
Geraldine Angélica Silva da, 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.

FRANCISCO FERNANDES DA COSTA FILHO

PROCESSO PRODUTIVO DA CERVEJARIA BACURIM

Relatório de Estágio Supervisionado
apresentado à Universidade Federal Rural
do Semi-Árido –UFERSA, Centro de
Engenharias – CE para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Química.

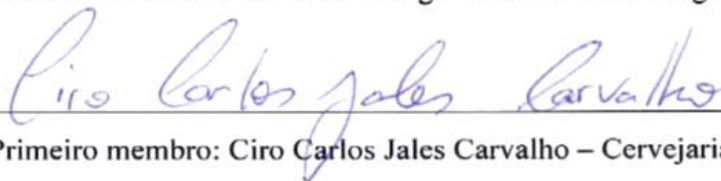
Orientadora: Prof. Dra. Geraldine
Angélica Silva
da Nóbrega – UFERSA

Defendida em: 27 / 03 / 2018.

BANCA EXAMINADORA



Orientador: Prof. Dra. Geraldine Angélica Silva da Nóbrega. - UFERSA



Primeiro membro: Ciro Carlos Jales Carvalho – Cervejaria Bacurim



Manoel Reginaldo Fernandes – Segundo Membro- UFERSA

MOSSORÓ

2018.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a DEUS por ter ajudado a enfrentar todos os problemas que apareceram no caminho até aqui e os caminhos que ainda há por vim.

A minha mãe, Maria do Socorro, que sempre lutou para me dá a melhor educação, incentivar a construção de uma vida acadêmica. Por todos os momentos que liguei para desabafar diante de tudo que vinha passando e sabia usar as palavras certas para me acalmar, ao chegar em casa sempre tinha seu abraço, amor e carinho para me fazer ver qual o real motivo por estar onde estou...

A minha irmã, Fernanda Sabrina por todos os conselhos, carinho e amor que me deu nesse período de faculdade, meu sobrinho Davi Lucas por me feito feliz a cada momento que pensava e passava com ele e ao meu cunhado Alves Neto que sempre me ajudou quando precisava.

Aos meus avós e tios que foram como pais, me ajudando no que precisar-se, me dando amor e carinho.

A minha namorada Juliana Carvalho (Meu Anjinho), uma menina meiga (meigamente bruta kkkk) que surgiu na minha vida para mostra que nem tudo é faculdade ou trabalho. Nos momentos de minhas crises de ansiedade sempre estive ao meu lado tentando amenizar a tensão e me acalmar, sempre fazia me sentir bem. Esse final do curso ela foi de essencial importância, pois não sei como iria lidar com tanta pressão sem ela ao meu lado. Te amo!.

Aos meus amigos da UFRSA campus caraúbas Igno Florêncio (Bigode), Paulo Ricardo, Alice Andrade. Aos meus amigos da Engenharia química Jarielly Vieira (Jardiely), Rebecca Galvão (Rebequica), Rejanne Souto, Rafael Dias, Peterson Yamagushi (Perterson), Júnior Albuquerque, Hugo Anderson sempre estiveram ao meu lado auxiliando nos estudos, na diversão e mantendo a calma nos momentos de estresse.

As casas dos amigos, Canjerê (Caraúbas), Girinos (Caraúbas), Calango Azul (Caraúbas) e Área 51 (Mossoró) que sempre tinha as melhores conversa, lazer e conselhos.

A minha orientadora Professora Dra. Geraldine Nobrega, que mais do que tudo, passou todos ensinamentos e conselhos possíveis para que eu pudesse enfrentar o mercado de trabalho. Por sua dedicação e paixão em dá aula, que espira a busca de conhecimento a cada dia.
#MelhorProfessora #ProfessoraPorAmor

A cervejaria Bacurim (Familia Bacurim), Ciro Jales, Emanuel Vieira, Veridiana Carvalho, Mauro Jales, Gilberto carvalho e todos que fazem parte da Bacurim por estar com as portas aberta para realização do estágio e poder fazer parte desse grupo.

A UFERSA por todo conhecimento construído nesta vida acadêmica, mudando a minha visão diante do mundo, da sociedade e também na construção de novas amizades.

A todos os meus professores, pela dedicação, paciência ensinou o verdadeiro valor do conhecimento e aprendizado, fazendo eu crescer a cada dia.

RESUMO

A cerveja é considerada uma bebida de baixo teor alcoólico, com várias possibilidades de variação, de acordo com a quantidade de matéria-prima utilizados, sua proporção, grau de maltagem do cereal, temperatura, tipo de fermentação, duração de todas as etapas, formas de armazenamento e envase da bebida. O processo produtivo de cerveja constitui-se pela moagem do malte, mosturação, fervura, fermentação, maturação e envase. No Brasil a produção de cervejas é caracterizada pela produção das cervejas *Pilsen*, compostas de adjuntos. Mas a cultura do em produzir e consumir cervejas de melhor qualidade vem crescendo a cada dia no país e no mundo. Com esse crescimento há o surgimento das cervejarias artesanais, bem como os que produzem a cerveja para consumo próprio, produzindo de forma customizada. Nesse crescimento do *slow beer* suje a cervejaria Bacurim na cidade de Mossoró no ano de 2014, que teve início para o *homebrewers* para consumo próprio, familiares e amigos, e em 2015 começou a produção em escala industrial, atingindo atualmente 3250 Litros mensal. O presente trabalho tem o objetivo de detalhar as etapas do processo produtivo da Cerveja Bacurim, desde a análise da matéria-prima, processo industrial, até a análise do produto final, como forma de ajudar em trabalhos futuros de projeto e otimização de tal processo. A produção artesanal da Cervejaria Bacurim possibilita a obtenção de um produto de qualidade devido a qualidade das matérias primas e todo o cuidado no processo, há pontos que podem ser melhorados para maior segurança e custo do processo.

Palavras-Chave: Processo produtivo de cerveja; Cerveja Artesanal; Cervejaria Bacurim.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	5
2. REFERENCIAL TEORICO.....	6
2.1. CERVEJA	6
2.2. CERVEJARIA BACURIM.....	7
2.3. MATÉRIA-PRIMA.....	7
2.3.1. Malte de cevada.....	7
2.3.2. Lúpulo.....	8
2.3.3. Água	9
2.3.4. Levedura.....	10
3. METODOLOGIA.....	11
3.1. MOAGEM.....	12
3.2. MOSTURAÇÃO.....	12
3.3. FILTRAÇÃO E CLARIFICAÇÃO	12
3.4. FERVURA	12
3.5. FERMENTAÇÃO E MATURAÇÃO.....	13
3.6. ENVASE	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	14
4.1. MOAGEM.....	14
4.2. MOSTURAÇÃO.....	14
4.3. FILTRAÇÃO E CLARIFICAÇÃO	15
4.4. FERVURA	15
4.5. FERMENTAÇÃO E MATURAÇÃO.....	16
4.6. ENVASE	17
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	17
6. REFERENCIAS	18

1. INTRODUÇÃO

A cerveja, segundo o artigo 36 do decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009, que regulamenta a lei nº 8.918 de 14 de julho de 1994, é a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo. Podendo parte do malte de cevada ser substituído por adjuntos cervejeiros, cujo emprego é limitado a uma quantidade máxima. Consideram-se adjuntos cervejeiros a cevada cervejeira e os demais cereais aptos para o consumo humano, malteados ou não-malteados, bem como os amidos e açúcares de origem vegetal (MATOS, 2011).

Há muito tempo o homem domina a técnica de produzir bebidas fermentadas pelo processo de malteação de grãos. Há cerca de 8 mil anos, os sumérios e os assírios desenvolveram a arte de fabricar cerveja que consiste no processo dividido em: maltagem, moagem, mostura, fervura, fermentação, maturação, filtração, envase, pasteurização e expedição (SILVA, 2014; ROSA e AFONSO, 2015).

A produção de cervejas no Brasil se polariza entre as grandes cervejarias, que produzem em sua maioria, cervejas populares (*Pilsen*) normalmente compostas de adjuntos que são materiais que fornecem carboidratos para cerveja como por exemplo: milho, arroz e trigo. Mas o crescimento do movimento *slow beer*, que enfatiza a cultura do prazer em se produzir e consumir cervejas de melhor qualidade. Ressurgiram neste contexto, as cervejarias artesanais, bem como os *homebrewers*, que são aqueles amantes da bebida que produzem a sua própria cerveja, de maneira que passam a consumir o produto de forma customizada (MATOS, 2011).

Nesse crescimento do *slow beer* suje a cervejaria Bacurim na cidade de Mossoró no ano de 2014, que teve início para o *homebrewers* para consumo próprio, familiares e amigos e em 2015 começou a produção em escala industrial, atingindo atualmente 3250 Litros mensal.

Assim, o presente trabalho tem o objetivo de detalhar as etapas do processo produtivo da Cerveja Bacurim, desde a análise da matéria-prima, processo industrial, até a análise do produto final, como forma de ajudar em trabalhos futuros de projeto e otimização de tal processo.

2. REFERENCIAL TEORICO

2.1. CERVEJA

Uma das bebidas alcoólicas mais antigas do mundo, a cerveja está presente na maior parte das civilizações. Embora sua origem não seja conhecida, estima-se que as primeiras cervejas foram produzidas na Mesopotâmia e Egito a 6000 a.C. Nesta época, era utilizada com as funções cosméticas e medicinais (AQUARONE et al., 2001; MORADO, 2009; KUNZE, 1999)

A cerveja é considerada uma bebida de baixo teor alcoólico, no qual, se permite várias possibilidades de variação, conforme quantidade de matéria-prima utilizados, sua proporção, grau de maltagem do cereal, temperatura, tipo de fermentação, duração de todas as etapas, formas de armazenamento e envase da bebida (MORADO, 2009).

Os tipos de cervejas podem ser diferenciados pelo seu tipo de fermentação, que são: *Ales*, *Lagers* e *Lambics*, sendo ainda citadas por alguns autores as cervejas híbridas, cuja fermentação é mista. As cervejas da família *Ale*, consideradas cervejas de alta fermentação são produzidas utilizando a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, com temperaturas entre 15 e 25°C (BJCP, 2014; VIDGREN et al., 2010). Neste tipo de cerveja as leveduras fermentam na superfície e geram concentrações superiores de ésteres e outros compostos aromáticos, o que justifica a maior complexidade das características organolépticas do produto final (VIROLI et al., 2015). Por outro lado, as cervejas *Lager*, cervejas de baixa fermentação, geralmente tem um perfil menos aromático e são produzidas pela levedura *Saccharomyces pastorianus*, numa faixa de temperaturas entre 6 e 14°C (VIDGREN et al., 2010). Adicionalmente, existem as cervejas de fermentação espontânea, dotadas de um acentuado aroma ácido, que são comumente obtidas em barris de madeira utilizando leveduras do género *Brettanomyces* e bactérias lácticas e acéticas existentes no ambiente (BJCP, 2014). Mas dentro desses tipos de cerveja existem subdivisões que determinam a característica e tipo de cerveja.

Para produzir uma cerveja é necessário malte, água, lúpulo e a levedura que será responsável pela conversão dos açúcares em álcool e alguns sabores. Com isso é realizado o processo de obtenção da cerveja que passa pelo processo de moagem, mostura, filtragem e clarificação, fervura, resfriamento, fermentação, maturação e envase (FERREIRA, 2011).

2.2. CERVEJARIA BACURIM

No ano de 2014 Ciro Jales iniciou a produção artesanal da cerveja Bacurim na sua casa em Mossoró-RN produzindo inicialmente em panelas de 40 litros para consumo próprio, amigos e familiares. Em 2015 começou a comercialização da cerveja juntamente com seus familiares, que se aprofundaram na busca de conhecimento das cervejas artesanais, passando de uma produção artesanal caseira para tanques maiores e aumentando os leques de cerveja da casa. O estudo inicial e as degustações fizeram descobrir uma paixão, produzir cerveja de alta qualidade para todos. Atualmente a cervejaria Bacurim possui 6 tipos de cervejas: American Lager, American Pale Ale, American Blon Ale, Session Indian Pale Ale (IPA), Belgium Dubble e Black IPA, com nomes respectivos de Aguaráiba, Maracá, Ibaté, Tremembé, Cabaú e Iguaúna (VIEIRA, 2017).

2.3. MATÉRIA-PRIMA

2.3.1. Malte de cevada

O malte é resultante do processo artificial e controlado de germinação (malteação) da cevada, cereal da família das gramíneas (gênero *Hordeum*) com duas espécies principais, as *Hordeum distichon* e as *Hordeum vulgares*, diferenciando-se por duas e seis fileiras ao longo de seu caule principal, respectivamente (MANZOLLI, 2015).

A malteação é dividido em três etapas básicas: a maceração ou embebição, a germinação e a secagem ou clivagem. Na maceração o grão é submerso em água para absorção de água; na germinação o ácido giberélico, hormônio de crescimento, é liberado proporcionando o crescimento das radículas; e a ativação do complexo enzimático, em especial as enzimas β -amilase e α -amilase, da planta as quais são responsáveis pela degradação de amido, proteínas; por fim na secagem a umidade é reduzida a 5% para assim encerrar as atividades enzimáticas (MANZOLLI, 2015) obtendo um malte base, podendo ser aquecidos

em fornos ou tambores de torrefação em diferentes períodos e temperaturas para obter maltes especiais (Caramelo, torrado e cristal).

A justificativa para sua utilização da *Hordeum distichon* na produção de cerveja é a grande quantidade de amido, enzimas, possui casca que confere proteção ao grão durante a malteação e o aroma e sabor característicos do produto. O grão de cevada deve ser de tamanho grande e relativamente uniforme e de cor uniformemente clara; deve estar livre de manchas escuras e descoloridas. Essas manchas são indicações de ataque de microorganismos, podendo gerar sabores e odores estranhos; deve ter o mínimo de grãos quebrados e sem casca para aumentar o rendimento da malteação. (LEWIS & YOUNG, 2002; ROSA e AFONSO, 2015)

Alguns países usam o sorgo, milho e trigo entre outros para produzirem maltes desses cereais (HOUGH et al, 1971). Qualquer tipo de cereal pode ser utilizado para malteação, mas a nomenclatura por cereais deverá conter “malte de”. Exemplo: Malte de milho, malte de trigo, malte de sorgo, entre outros. Apenas a cevada maltada recebe o nome de malte propriamente dito. (VENTURINI FILHO, 2010).

2.3.2. Lúpulo

A espécie *Humulus Lupulus* é uma planta trepadeira perene que atinge entre 5 e 7 metros de altura (perde a parte aérea durante o Inverno), de caule volúvel, dióica (surgem plantas femininas e masculinas) e pertencente à família de *Cannabaceae*. Só as plantas do sexo feminino são utilizadas no processo cervejeiro, porque só os cones de lúpulo (flor do lúpulo) da planta feminina é que conseguem segregar lupulina a partir das glândulas de lupulina (pó amarelo pegajoso), que é a parte mais importante do lúpulo na produção da cerveja, pois é onde estão localizados os óleos essenciais e os alfa e beta ácidos. (ALMAGUER et al, 2014; PRIEST, 2006).

No lúpulo consideram-se através das suas características na composição química, três tipos de cultivares, nomeadamente amargo (*bitter*) que tem índices de alfa e beta ácidos altos, aroma com grandes quantidades de óleos essenciais e mistas (*flavour*). Na produção de cerveja o lúpulo é incorporado durante o processo de fabrico sob várias formas a que damos o nome de produtos do lúpulo. Aparecem assim como produtos do lúpulo as inflorescências (flor seca), *pellets* (granulado) e extratos. (MORAIS, 2015)

As inflorescências têm a característica de apresentarem um teor de humidade não superior a 12% e apresentam-se como produto prensado. A razão de serem secas e prensadas apenas é devido o contacto com o ar leva a uma degradação por oxidação dos ácidos alfa, podendo esta chegar aos 10% mensais. *Pellets* (Granulado) é a forma mais comum de utilização do lúpulo na cerveja, sendo também um processo de preservação do lúpulo, pois ao prensar de forma mais intensa, o contacto com o ar é menor, reduzindo as oxidações e aumentando o tempo de vida. Uma vantagem do granulado relativamente ao lúpulo em inflorescências é o seu menor volume. (MORAIS, 2015)

A lupulina pode ser extraída das inflorescências por diferentes processos obtendo-se diferentes tipos de extratos. Aparecem como principais, por serem os mais requeridos pela indústria, o processo de extração por utilização como solvente o etanol, tomando o nome de extrato etanólico, o processo de extração por CO₂ supercrítico tomando o extrato o mesmo nome e o processo de extração por CO₂ líquido tomando da mesma forma o extrato esse nome.

2.3.3. Água

A água é um dos ingredientes mais importantes para a obtenção de uma cerveja de qualidade, sendo esta uma solução altamente diluída de sais minerais. A maior parte destes sais são dissociados em íons devido às baixas concentrações presentes na água, podendo influenciar indiretamente a qualidade da cerveja, porque quando alguns destes íons quando presentes em concentrações superiores aos limites pretendidos podem afetar a várias etapas do processo cervejeiro. Assim sendo é conveniente que a água utilizada na produção de cerveja esteja devidamente tratada, cumprindo todos os requisitos para permitir uma boa qualidade do produto final (ESSLINGER H. & NARZISS L., 2009).

Pelo menos 95% da composição de uma cerveja é água, portanto, suas características influenciam bastante no resultado final do produto, devendo ter uma alcalinidade máxima de 50 mg/L e possuir concentrações de cálcio entorno de 50mg/L (AQUARONE, 2001). A composição de sais minerais dissolvidos na água é de extrema importância para o refinamento de uma receita de cerveja.

Por exemplo o cálcio protege a amilase da desativação térmica durante a sacarificação (hidrólise) do amido contido no malte; favorece a coagulação proteica durante a fervura do mosto; precipita o oxalato (como CaC_2O_4), evitando a posterior turvação da bebida; estimula o metabolismo e também a floculação da levedura. O magnésio possui efeito similar ao cálcio, porém em menor intensidade, devido à maior solubilidade do fosfato de magnésio ($\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$) em relação ao fosfato de cálcio ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$). O magnésio é essencial ao funcionamento de certas enzimas da levedura. Níveis acima de 30 mg/L podem conferir um amargor desagradável para a cerveja. O Zinco ativa a síntese de proteínas, estimulando o crescimento de leveduras, ativando a fermentação. Mas, teores superiores a 0,6 mg/L têm ação negativa sobre a fermentação e a estabilidade coloidal (ROSA e AFONSO, 2015).

O cloro em concentrações maiores de 600 ppm inibe a fermentação e abaixo de 400 ppm pode contribuir sabor salgado, tendo uma influência extremamente negativa no perfil sensorial da cerveja, resultando em sabor e aroma bastante desagradáveis. (VENTURINI FILHO, 2010; DINSLAKEN, 2016)

O controle do pH da água é fundamental, pois um pH alcalino poderá ocasionar a dissolução de materiais existentes no malte e nas cascas dos cereais, indesejáveis no processamento da bebida. O ideal é que se tenha um pH ácido, o que facilita a atividade enzimática do grão do cereal, com consequente aumento no rendimento de maltose e maior teor alcoólico (AMBEV, 2011 apud OLIVEIRA, 2011).

2.3.4. Levedura

As leveduras são classificadas como fungos apresentando na forma de unicelular com reprodução por brotamento. As mesmas não constituem um grupo definido de microrganismo, elas pertencem às classes dos *Ascomycetes*, *Basidiomycetes* e *Deutoromycetes*, estando distribuídas em mais de 600 espécies (AQUARONE et al, 2001; SUHRE, 2014). Levedura converte o açúcar em álcool, dióxido de carbono, e outros compostos que influenciam o sabor de alimentos e de bebidas fermentadas. Antigamente antes do conhecimento da levedura, a fermentação alcoólica era considerada divina e mágica.

Em 1680, Anton van Leeuwenhoek foi o primeiro a observar por meio de microscópio, que as leveduras eram compostas de elementos pequenos, interconectados. Em

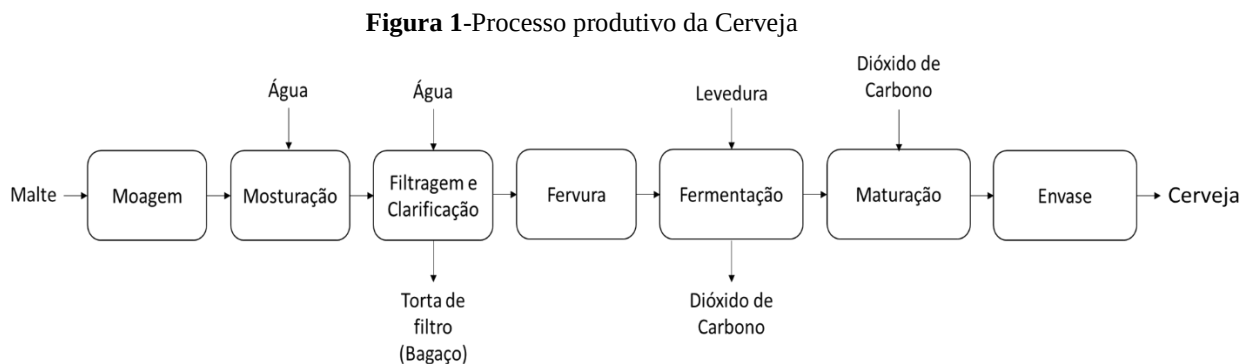
1789, Antoine-Laurent Lavoisier descreveu a natureza química da fermentação como partes de açúcar transformando-se em dióxido de carbono e álcool, até o momento a levedura não era vista como responsável pela fermentação. Somente em 1800 a levedura foi identificada por Louis Pasteur como um microrganismo que estava diretamente associando ao processo fermentativo, desse período em diante começaram os estudos para controlar a fermentação (WHITE; ZAINASHEFF, 2010).

Na indústria cervejeira as leveduras utilizadas são do gênero *Saccharomyces*, as principais espécies são as *Saccharomyces cerevisiae* e *Saccharomyces pastorianus*, que parece ter evoluído da hibridização entre *S. cerevisiae* e *S. eubayanus* (SUHRE, 2014). A *Saccharomyces cerevisiae* é caracterizada por flocular no topo do fermentador e em temperaturas mais elevadas, chamando-as assim de ale. Já *Saccharomyces pastorianus* é uma *lager*, que flocula no fundo do fermentador e trabalha em temperaturas mais baixas.

Para a fermentação alcoólica é necessário uma de concentração de 5 a 15 milhões de células de levedura por mililitro de mosto. Podendo-as serem reutilizadas na próxima fermentação, mas há alguns cuidados como: evitar contaminação e determinar a quantidade de células para poder atingir a concentração de células desejado para fermentação ideal (AQUARONE et al, 2001).

3. METODOLOGIA

Para a obtenção da cerveja Bacurim é necessário seguir um procedimento metodológico de acordo com os itens a seguir, expresso na Figura 1.



Fonte: Autoria própria

3.1. MOAGEM

O primeiro processo a ser realizado é a moagem, utilizando um moinho de rolos com distância de aproximadamente 0,6 mm, que tem o objetivo de quebrar os grãos de malte liberando o amido, de modo a se obter partículas de tamanho intermediário e uma casca quebrada longitudinalmente (SANTI, 2015; VIEIRA, 2017).

3.2. MOSTURAÇÃO

Na mosturação, ou tratamento enzimático do mosto, a água foi pré-aquecida em um tina (Tanque) até a temperatura de 62 C° e o malte moído adicionado, variando a temperatura em três rampas de 62 C° por 40 min, a 70 C° por 20 min e a 77 C° por 10 min. Esse processo visa a ativação das enzimas β -amilase e α -amilase para a hidrólise dos amidos presentes no malte (BUSCH, 2015).

3.3. FILTRAÇÃO E CLARIFICAÇÃO

Finalizado a mosturação, o mosto cervejeiro é transferido para uma tina de filtragem contendo válvula extratora lateral, munida de meio filtrante e fundo falso. Com todo o mosto dentro da tina de filtragem inicia-se a recirculação, compactando a torta de filtro formado pelo bagaço de malte, melhorando cada vez mais a filtração e clarificação do mosto. (AQUARONE et al, 2001). A filtração do mosto tem por objetivo a separação da parte sólida, chamada de bagaço de malte; e a parte líquida, o mosto cervejeiro; de real interesse para o processo de manufatura é transferido para tina de fervura (BLEIER, et al, 2013).

3.4. FERVURA

Adicionado o mosto na tina de fervura, é realizado o aquecimento até atingir a temperatura de fervura (ebulição), iniciando a contagem de tempo de 1 horas, podendo varia de acordo com o tipo da cerveja. O lúpulo de amargor é adicionado no início fervura para

isomerização dos alfa ácidos do lúpulo. Após a fervura é feito um *whirlpool* fazendo o mosto centrifugar dentro da tina, concentrando as partículas sólidas no centro do tanque (PAPAZIAN, 2014; DINSLAKEN, 2016).

3.5. FERMENTAÇÃO E MATURAÇÃO

O mosto frio é transferido para um fermentado de aço inoxidável, previamente sanitizado e com uma saída de CO₂ que não permita a entrada de oxigênio. Para resfria, passa-se o mosto por um trocador de calor de placas para reduzir a temperatura até a próxima da temperatura de fermentação, que varia do tipo da cerveja.

A fermentação da cerveja do tipo ale (alta fermentação) ocorre em uma faixa de temperatura entre 15 e 25 °C (BJCP, 2014; VIDGREN et al., 2010). A cerveja *Lager* (baixa fermentação) passa por fermentação em faixa de temperaturas entre 6 e 14°C (VIDGREN et al., 2010). Com durações de 7 a 15 dias, dependendo do tipo de cerveja, com temperaturas controladas. Finalizada a fermentação é necessário separar a levedura e sólidos suspensos na cerveja e aumentar a gaseificação da cerveja, para isso realiza-se o processo de maturação ou fermentação secundária, reduzindo a temperatura na faixa de 0 a 3 C° fazendo com que ocorra a decantação, retirando o material sólido e a levedura pela parte de baixo dos fermentadores. Também e adicionando CO₂ sob pressão nos fermentadores para gaseificar a cerveja (AQUARONE et al, 2001).

3.6. ENVASE

No envase é necessário cuidado para evitar contaminação, para isso é realizado a sanitização das garrafas e barris que são armazenados a cerveja. Para envasar as garrafas de 355 mL e 600mL é utilizado 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 passar para a garrafa, mantendo fora de contato com o ambiente. Também é realizado envase em barris de 30 e 50 litros, pressurizando o barril, conectando no fermentador por diferença de pressão feito transferência da fermentador para o barril.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. MOAGEM

Para se ter uma boa produção de cerveja é de grande importância uma moagem eficiente, de modo que todos os grãos sejam triturados expondo a material amilaseo para as enzimas converter o amido em açúcares fermentáveis no processo de mosturação. Quando a moagem gera partículas com pequena granulometria dificultam o processo de filtração e a clarificação.

O moinho de dois rolos ajuda na abertura do grão de forma padrão deixando uma grande área de amido exposta e uma casca partida longitudinalmente formando um bom meio filtrante adequado para reter partículas suspensa no mosto.

4.2. MOSTURAÇÃO

Nesta etapa emprega-se um controle rigoroso de tempos, temperaturas e pH que favorecer as reações bioquímicas necessárias ao processo. A água tem pH e sais controlados que colaboram em uma boa atividade enzimática, solubilização dos açúcares complexos dos grãos (amido) e sabor da cerveja, de forma a operar em uma temperatura adequada de acordo com as enzimas a serem ativadas. As enzimas alfa e beta amilase são as principais responsáveis pela conversão do amido em açúcares durante a mostura.

A enzima β -amilase é ativada em baixas temperaturas (60-65°C), gerando assim açúcares simples como glicose e maltose, resultando em uma cerveja mais seca e com menos corpo. Porém, em temperaturas de 70-75°C, somente a enzima α -amilase se encontra ativa. Desta forma a cerveja resultante terá mais corpo e com maior nível de dulçor e geralmente menos alcoólica, uma vez que a ação desta enzima gera açúcares mais complexos, como as dextrinas (KUNZE, 2004)

Para o controle de pH é utilizado um pHmetro digital. Quando o mosto e água se encontram fora 5,3 a 5,6 é feita uma correção de com ácido fosfórico ou carbonato de cálcio. As temperaturas são controladas por um termopar e um sistema de aquecimento programado na tina de mostura, fixando a temperatura e tempo necessário para cada rampa de mosturação.

A temperatura é mantida por 40 minutos a 62°C para a ativação da β -amilase, em seguida é aquecida até atingir a temperatura 70°C, α -amilase permanecendo por cerca de 20 minutos. Por fim é realizado o Mash out onde deve-se atingir temperaturas acima de 77°C por um período de 10 minutos, para que assim aconteça a desnaturação das demais enzimas. Sendo de grande importância a realização para controle adequado de temperatura para se obter a quantidade de açúcar responsáveis por teor de álcool e doçor da cerveja, obtendo assim o teor alcoólico e sabor da cerveja.

4.3. FILTRAÇÃO E CLARIFICAÇÃO

A filtração é realizada com o próprio bagaço do malte que forma uma torta de filtro acima da tela contida no fundo falso do tanque de filtragem. O tempo de filtragem não é estimado e sim verificado a coloração do líquido recirculado por um duto com visor, identificando se existe alguma partícula e a coloração. Para cada tipo de cerveja e eficiência de moagem o tempo de filtragem muda.

Com o fim da filtragem o mosto segue para fervura e adicionado água preaquecida a temperatura 78 C° no filtro para extração do máximo possível de açúcares que ainda estão presentes no meio filtrante.

4.4. FERVURA

Na etapa de fervura do mosto ocorre desnaturação proteica, a concentração do mosto, a eliminação de compostos sulfurosos, a esterilização e escurecimento do mosto, eliminar substâncias que podem conferir sabores e aromas desagradáveis a cerveja, devido à evaporação. A fase de fervura dura normalmente 1 hora, inicialmente é adicionado lúpulos

de amargor, que isomeriza os alfa-hidroxiácidos em isoalfa-hidroxiácidos e os lúpulos de aroma são adicionados ao final para solubilizar os óleos essenciais. Algumas receitas incluem uma adição no meio da fervura, para um incremento de sabor à cerveja. Após a fervura o whirlpool é responsável pela retirada das partículas sólidas do mosto (PAPAZIAN, 2014; DINSLAKEN, 2016)

4.5. FERMENTAÇÃO E MATURAÇÃO

A fase da fermentação durante a qual os açúcares do mosto são transformados em álcool e dióxido de carbono por ação da levedura inoculada, é conduzida a temperaturas controladas e tem a duração média de 7 a 15 dias. Antes de ser adicionado o microrganismo é feito um teste utilizando um refratômetro, para assim ser determinado a quantidade de açúcar presente no mosto pela propriedade Specific Gravity (SG).

O primeiro passo na utilização dos açúcares fermentescíveis pela levedura pode consistir na passagem intacta destes através da membrana celular ou na hidrólise extracelular, seguida da entrada na célula de alguns produtos da hidrólise. A maltose e a maltotriose atravessam diretamente a membrana, enquanto a sacarose é hidrolisada a nível extracelular em glicose e frutose, produtos já metabolizados pela célula. Geralmente, as leveduras utilizadas na produção de cerveja metabolizam glicose, frutose, maltose e maltotriose, sendo que as dextrinas são utilizadas apenas por *S. diastaticus*, uma variedade de *S. cerevisiae* (ESTEVINHO, 2015). O fim da fermentação é caracterizado pelo fim da liberação de CO₂. Ainda que os produtos finais desta via metabólica sejam o álcool e o dióxido de carbono, importa referir a produção em pequenas quantidades de metabolitos secundários, como o acetato de etilo, o ácido cítrico e succínico e o álcool isoamílico. As concentrações destes compostos são determinantes para as características organoléticas específicas dos produtos fermentados, varia de acordo com os microrganismos envolvidos e com as características do processo fermentativo (ESTEVINHO, 2015).

Uma vez concluída a fermentação, a cerveja é resfriada entre temperaturas de 0 a 3 °C, decantando o lúpulo e trub remanescente, permanece nessas condições durante 14 dias para cervejas de alta fermentação e 21 dias para cervejas de baixa fermentação. A maior parte

da levedura é separada por decantação (sedimentação) e tem início a maturação. Nessa fase, pequenas e sutis transformações ocorrem para aprimorar o sabor da cerveja. O carboidrato residual é consumido pelas leveduras remanescentes, fenômeno conhecido por fermentação secundária. Essas leveduras também metabolizam substâncias indesejáveis oriundas da fermentação (acetaldeído em ácido acético, dicetonas vicinais, como a 2,3-pentanodiona em 2,3-butanodiol, e compostos sulfurados como o sulfeto de dietila, $(C_2H_5)_2S$, em sulfatos inorgânicos e etanol) (ROSA e AFONSO, 2015).

4.6. ENVASE

Para armazenar a cerveja é necessário grande cuidado no processo de sanitização das garrafas que não são retornáveis, mas um cuidado maior é necessário para barris que criam incrustações. A máquina de envase possui apenas de dois bicos para envase de garrafas havendo uma lentidão no processo de envase e a vedação manual da tampa deixa a cerveja exposta ao meio podendo ocorrer contaminação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção artesanal da Cervejaria Bacurim visa um produto de qualidade utilizando matérias primas de alta qualidade. Mas em alguns pontos do processo há a necessidade de melhorias, como o ciclo de reutilização da levedura que pode ser aumentado após um estudo para verificar a viabilidade em cada reutilização, de modo que quanto mais for reutilizada menor será o custo da produção da cerveja, mas é necessário um cuidado com mutações e contaminações que possam modificar a característica da cerveja. A criação de um calendário de manutenção preventiva evitaria interrupções no processo e compra de uma máquina de envase e limpeza de barris ajudaria na rapidez e segurança.

6. REFERENCIAS

ALMAGUER, C., SCHÖNBERGER, C., GASTL, M., ARENDT, E. K., & BECKER, T.; **Humulus lupulus – a story that begs to be told.** *Journal of the Institute of Brewing & Distilling*, vol. 120, p. 289–314, 2014

AQUARONE, Eugênio et al. **Biotecnologia Industrial: biotecnologia na produção de alimentos.** Vol. 4, São Paulo: Blucher, 2001.

BCJP - **Beer Judge Certification Program 2015 Style Guidelines** (2015), disponíveis em http://www.bjcp.org/docs/2015_Guidelines_Beer.pdf.

BUSCH, J. **More Beer.** 2015. Disponível em: <<https://www.morebeer.com/articles/advancedmasching>>. Acesso em 8 de Dezembro de 2016.

BLEIER, B. et al. **Craft Beer Production.** University of Pennsylvania. Filadélfia: editor, 2013. 565 p.

DINSLAKEN, D. **Manual do cervejeiro caseiro: um guia completo para iniciantes**, disponível em <<https://concerveja.com.br/2016/03/30/manual-cervejeiro-caseiro/>> Acessado em 10 de fevereiro de 2018

ESSLINGER, H. M. AND, & NARZISS, L. **Beer.** Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 2009.

ESTEVINHO, L. M., **Leveduras e fermentações: O caso da cerveja**, *Jornal de lúpulo e cerveja*, Bragança, p. 59-67, 2015

FERREIRA, R. H. et al. **Inovação na fabricação de cervejas especiais na região de Belo Horizonte.** *Perspectivas em Ciência da Informação*, Belo Horizonte, v. 16, n. 4, p.171-191, 2011.

HOUGH, J. S.; BRIGGS, D. E.; STEVENS, R. **Malting and brewing science.** London: Chapman & Hall, 1971.

KUNZE, W. **Technology brewing and malting.** Berlin: VLB, 1999.

LEWIS, M. J.; YOUNG, T. W. **Brewing.** 2. ed. Nova Iorque: Publishers, Kluwer Academic/Plenum, v. 1, p.375, 2002.

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

MATOS, Ricardo Augusto Grasel. **Cerveja: panorama do mercado, produção artesanal, e avaliação de aceitação e preferência.** Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2011.

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

MORAIS, J. S. **O Lúpulo: Cultivares e Extrato**, *Jornadas de lúpulo e cerveja: novas oportunidades de negócio.* Livro de atas, Instituto Politécnico de Bragança, 2015)

PAPAZIAN, C. **The Homebrewer's Companion**. New York: Harper Collins Publishers Inc, 2 ed., 2014

PRIEST, F. G., STEWART, G. G., (2006); Handbook of Brewing. <http://doi.org/10.1002/9780470290118>

ROSA, N. A.; AFONSO, J. C., **A química da cerveja**. Quím. nova esc. São Paulo-SP, Vol. 37, Nº 2, p. 98-105, 2015

SANTI, Guilherme Alberici de. **Cerveja Artesanal**. 2015. 30 p. Disponível em: <<http://docslide.com.br/documents/br-cerveja-artesanal-guilherme-alberici-de-santi.html>>. Acesso em: 20 set. 2015.

SILVA, M. O., **Balanços de Massa e Energia em Processos de Produção de Cerveja**. 2014. 32 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Química, UFU, Uberlândia, 2014.

SUHRE, T., **Controle de qualidade em microcervejarias: Avaliação da viabilidade, vitalidade e contaminantes em leveduras cervejeiras**. Monografia - Curso de Biotecnologia, Departamento de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porta Alegre, 2014.

WHITE, C.; ZAINASHEFF, J., **Fermento: o guia prático para a fermentação de cerveja**. Brewers Publications, 2010.

VIEIRA, E. S. **Acompanhamento do processo produtivo de uma cervejaria artesanal em Mossoró**, UFERSA, 2017

VENTURINI FILHO, W. G. **Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**. 1. ed. São Paulo: Blücher, 2010.

VIDGREN, V., MULTANEN, J. P., RUOHONEN, L., & LONDESBOROUGH, J., **The temperature dependence of maltose transport in ale and lager strains of brewer's yeast**. FEMS yeast research, Vol. 10, nº 4, p. 402-411, 2010

VIROLI, S. L. M., VIEIRA, J. T. F., DE SOUSA, L. M. C., **Produção e Análise de Cerveja Artesanal à Base de Milho**. Journal of Bioenergy and Food Science, Vol.1, nº3, 2015