



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

MARIANA JORDANA DA SILVA GOMES

**ACOMPANHAMENTO DA DENSIDADE DO MOSTO DURANTE A
FERMENTAÇÃO DE CERVEJAS PRODUZIDAS EM UMA CERVEJARIA
ARTESANAL**

MOSSORÓ – RN

2018

MARIANA JORDANA DA SILVA GOMES

**ACOMPANHAMENTO DA DENSIDADE DO MOSTO DURANTE A
FERMENTAÇÃO DE CERVEJAS PRODUZIDAS EM UMA CERVEJARIA
ARTESANAL**

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

Orientadora: Prof. Dra. Cristian Kelly Moraes de Lima - 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.

G633a Gomes, Mariana Jordana da Silva.

ACOMPANHAMENTO DA DENSIDADE DO MOSTO DURANTE A
FERMENTAÇÃO DE CERVEJAS PRODUZIDAS EM UMA
CERVEJARIA ARTESANAL / Mariana Jordana da Silva
Gomes. - 2018.
38 f. : il.

Orientadora: Cristian Kelly Moraes de Lima.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia
Química, 2018.

1. Cerveja Artesanal. 2. Microcervejarias. 3.
Densidade do Mosto. 4. Teor Alcoólico. I. Lima,
Cristian Kelly Moraes de, 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.

MARIANA JORDANA DA SILVA GOMES

**Acompanhamento da densidade do mosto durante a fermentação de cervejas
produzidas em uma cervejaria artesanal**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido- UFRSA, Campus Mossoró para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química.

APROVADA EM: 13 / 09 / 2018

BANCA EXAMINADORA

Cristian Kelly Moraes de Lima
Prof.^a Dra. Cristian Kelly Moraes de Lima - UFRSA

Cláudio C. dos Santos
Prof. Dr. Cláudio Costa dos Santos - UFRSA

Emanuel da S. Vieira
Emanuel da Silva Vieira – Membro externo

AGRADEDIMENTOS

Quero agradecer primeiramente aos meus pais, João Batista e Maria Ivanir, por todo amor e dedicação, que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida.

A minha irmã Milena Julia, por estar sempre presente em minha vida, compartilhando dia a dia os momentos felizes e também tristes.

A todos os professores do curso de Engenharia Química, que foram tão importantes na minha vida acadêmica e no desenvolvimento desta monografia, em especial à professora Cristian Kelly, responsável pela orientação deste trabalho.

Agradeço à Cervejaria Artesanal, que me deu a oportunidade de conhecer o seu trabalho por meio do estágio supervisionado. Obrigada por me ensinarem na prática todo o conhecimento que adquiri durante a minha graduação.

Aos meus amigos, em especial à Vlagner e Otávio (que estiveram presentes em toda essa longa jornada) pelas alegrias, tristezas e dores compartilhadas. Sem vocês teria sido bem mais difícil chegar até aqui.

A todos aqueles que de alguma forma estiveram e estão próximos de mim, fazendo esta vida valer cada vez mais a pena.

RESUMO

Neste trabalho analisou-se seis tipos de cervejas artesanais. As cervejas são assim intituladas: cerveja tipo 1, cerveja tipo 2, cerveja tipo 3, cerveja tipo 4, cerveja tipo 5, cerveja tipo 6. As análises realizadas compreendem a densidade do mosto durante o período de fermentação nas seguintes condições: a) a densidade inicial (OG), quantidade de substâncias fermentáveis e não fermentáveis após a fervura e antes do início da fermentação; b) a densidade durante a fermentação (SG), a qual relaciona a densidade de substâncias (açúcares em geral) e a densidade da água; c) a densidade final do mosto (FG), medida após a fermentação ter sido finalizada, a qual é determinada quando a densidade do mosto não se alterar por mais de dois dias. O objetivo do controle da densidade é verificar a graduação alcoólica das cervejas. Para o processo de fermentação foram utilizadas duas condições de levedura: a levedura liofilizada e a levedura de primeira geração. De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que as cervejas do tipo 1 liofilizada, cerveja tipo 3 liofilizada, cerveja tipo 4 liofilizada, cerveja tipo 6 liofilizada, e cerveja tipo 2 primeira geração apresentaram teor alcóolico calculado próximo ao teor alcóolico presente no rótulo.

Palavras-Chave: Cerveja artesanal; Microcervejarias; Densidade do mosto; Teor alcoólico.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma do processo produtivo da cerveja	17
Figura 2 - Coleta da levedura no fermentador	21
Figura 3 - Leveduras em processo de separação	21
Figura 4 - Refratômetro da Cervejaria Artesanal	23
Figura 5 - Densidade do mosto da cerveja tipo1 utilizando a levedura liofilizada e a levedura de primeira geração	25
Figura 6 - Densidade do mosto da cerveja tipo 2utilizando a levedura liofilizada e a levedura de primeira geração	27
Figura 7 - Densidade do mosto da cerveja tipo3 utilizando a levedura liofilizada e a levedura de primeira geração	28
Figura 8 - Densidade do mosto da cerveja tipo 4 utilizando a levedura liofilizada e a levedura de primeira geração	30
Figura 9 - Densidade do mosto da cerveja tipo 5 liofilizada e primeira geração	31
Figura 10 - Densidade do mosto da cerveja tipo 6 utilizando a levedura liofilizada e a levedura de primeira geração	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Condições de ativação de enzimas	18
Tabela 2 - Dados do SG para cerveja tipo1 utilizando a levedura liofilizada e a levedura de primeira geração	24
Tabela 3 - Dados do SG para a cerveja tipo 2 utilizando a levedura liofilizada e a levedura de primeira geração	26
Tabela 4 - Dados do SG para cerveja tipo 3 utilizando a levedura liofilizada e a levedura de primeira geração	28
Tabela 5 - Dados do SG para a cerveja tipo 4 utilizando a levedura liofilizada e a levedura de primeira geração	29
Tabela 6 - Dados do SG para a cerveja tipo 5 utilizando a levedura liofilizada e a levedura de primeira geração	31
Tabela 7 - Dados do SG para cerveja tipo 6 utilizando a levedura liofilizada e a levedura de primeira geração	32
Tabela 8 - Teor alcoólico das cervejas fermentadas com levedura liofilizada.....	34
Tabela 9 - Teor alcoólico das cervejas fermentadas com levedura de primeira geração	34

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
2.	OBJETIVOS	12
2.1.	OBJETIVO GERAL	12
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3.	REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1.	História da Cerveja	13
3.2.	Microvervejarias	14
3.3.	Matérias-primas cervejeiras	15
3.3.1.	Água.....	15
3.3.2.	Malte de cevada	15
3.3.3.	Lúpulo	16
3.3.4.	Levedura	16
3.4.	Processo Produtivo.....	17
3.4.1.	Moagem	17
3.4.2.	Mosturação.....	18
3.4.3.	Filtragem e Clarificação.....	18
3.4.4.	Fervura	18
3.4.5.	Fermentação e Maturação	19
4.	MATERIAIS E MÉTODOS	20
4.1.	Lavagem e separação das leveduras.....	20
4.2.	Análise da densidade do mosto durante o período de fermentação	22
4.3.	Calculo do teor alcoólico	23
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	24
5.1.	Densidade do mosto	24
5.1.1.	Cerveja tipo 1.....	24
5.1.2.	Cerveja tipo 2.....	26

5.1.3.	Cerveja tipo 3.....	28
5.1.4.	Cerveja tipo 4.....	29
5.1.5.	Cerveja tipo 5.....	30
5.1.6.	Cerveja tipo 6.....	32
5.2.	Teor alcoólico	33
6.	CONCLUSÃO	36
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

1. INTRODUÇÃO

A legislação brasileira para cervejas descreve o que é cerveja. Dessa forma, define-se cerveja como uma bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo (BRASIL, 2015).

A cerveja é considerada a bebida mais antiga consumida pelo homem, com estudos indicando que sua produção se iniciou por volta de 8000 a.C. Segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o segmento de microcervejarias representam hoje, menos de 1% do setor cervejeiro nacional, porém este segmento apresenta tendência de crescimento promissor para os próximos dez anos, com a perspectiva de representar 2% em 2023.

Segundo Sebrae (2017), o Brasil é um dos maiores consumidores e produtores de cerveja do mundo e o mercado de cervejas especiais vem crescendo a cada ano, ganhando notável espaço frente ao mercado de cervejas populares motivada pela busca por parte dos consumidores, que vem demonstrando preferência por cervejas que possuem amargor, aromas, cor, acidez diversificada, gerando uma necessidade de pesquisa de controle de qualidade aprofundado, levando em consideração suas características físico-químicas (ALMEIDA, BELO, 2017).

Nesta perspectiva, fundada em 2014 e de forma caseira, a Cervejaria Artesanal estudada no presente trabalho começou a produzir cerveja sendo esta atividade considerada um hobby da família. Em 2015, a cervejaria deu início a produção industrial possuindo atualmente uma produção mensal de 6.250 litros de cerveja por mês.

A produção das diferentes cervejas artesanais da Cervejaria Artesanal tem crescido bastante, e isso gera a necessidade de um controle de qualidade aprofundado. Mediante esse contexto, estudar a bioquímica envolvida no processo de produção das cervejas pode trazer benefícios à qualidade da bebida.

É de suma importância manter o controle de qualidade da densidade do mosto, pois isso garante a qualidade e repetibilidade do produto. A falta de controle afeta tanto a padronização da cerveja quanto no rendimento final da produção, pois não havendo um controle adequado, pode ocorrer perdas e desperdícios, e nas microcervejarias, essas perdas podem ter grande importância financeira, tendo em vista que a produção é em menor escala.

Desta forma, o presente trabalho irá acompanhar o decaimento da densidade do mosto durante o processo de fermentação com o intuito de controlar a graduação alcóolica das cervejas.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem por objetivo acompanhar o processo produtivo realizado na Cervejaria Artesanal. Além disso, serão realizadas análises físico-químicas dos diferentes tipos de cervejas fabricadas.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Acompanhar o decaimento da densidade do mosto durante a fermentação das diferentes cervejas produzidas;
- Analisar a densidade do mosto das diferentes cervejas durante o processo de fermentação.
- Construir gráficos de densidade do mosto ao longo do tempo de fermentação.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

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

3.1. História da Cerveja

Estima-se que o homem começou a utilizar bebidas fermentadas há 30 mil anos, sendo que a produção de cerveja deve ter se iniciado por volta de 8.000 a.C. (antes de cristo) (AQUARONE *et al*, 2001).

A descoberta da cerveja se deu de forma acidental, fruto da fermentação não induzida de algum cereal. A cerveja foi descoberta pouco tempo depois da descoberta do pão: os sumérios descobriram que molhando a massa do pão, ela fermentava obtendo um melhor resultado, surgindo assim a cerveja primitiva, chamada de pão líquido, cujo processo foi melhorado ao longo do tempo (COELHO-COSTA, 2015 apud LEITE, 2014).

A produção de cerveja na antiguidade difundiu-se juntamente com as culturas de milho, centeio e cevado, entre os povos da Suméria, Babilônia e Egito. Na idade média, século XIII, os cervejeiros germânicos foram os primeiros a empregar o lúpulo na cerveja, conferindo as características básicas encontradas hoje na bebida (AQUARONE *et al*, 2001).

Aquarone *et al* (2001) cita que o modo de produção e distribuição da cerveja sofreu grandes mudanças com a Revolução Industrial, onde estabeleceram-se fabricas cada vez maiores na Inglaterra, Alemanha e Império Austro-húngaro. Já no Brasil, o hábito de tomar cerveja foi trazido por D. João VI, no início do século XIX, durante o período de permanência da família real portuguesa no Brasil, onde a bebida consumida nesta época era proveniente de importação de países europeus. Em 1888, foi fundada a Manufatura de Cerveja Brahma Villiger e Cia, no Rio de Janeiro, e posteriormente em 1891, na cidade de São Paulo, a Companhia Antartica Paulista, onde hoje essas empresas se fundiram originando a Ambev - Companhia de Bebidas das Américas (AQUARONE *et al*, 2001).

A cerveja é uma das bebidas alcoólicas com o menor teor alcóolico do mercado. Rosa e Afonso (2015) mostram que De Keukeleire (2000) define cerveja como uma bebida elaborada com malte de cevada, água, lúpulo e levedura, onde a cerveja para consumo é composta por 2 a 6% de extrato residual, 2 a 6% de etanol, 0,35 a 0,50% de dióxido de carbono (CO₂) e 90 a 95% de água, podendo variar conforme o tipo de cerveja produzido (ROSA; AFONSO, 2015).

A Associação Brasileira da Indústria da Cerveja (CervBrasil) divulgou em 2015 que o Brasil é o terceiro maior produtor de cerveja do mundo perdendo apenas para a China e Estados Unidos, segundo dados da Kirin Beer University. Esta produção corresponde a 1,6% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro (CERVBRASIL, 2015).

SEBRAE (2017) afirma que o Brasil é um dos maiores consumidores de cerveja do mundo e a média anual de litros consumidos por habitante cresce a cada ano. De acordo com Lima e Filho (2011), a cerveja é a bebida fermentada mais popular, onde no referido ano, no Brasil, o consumo *per capita* era próximo de 48 L/ano. Já em 2014 este consumo cresceu para 66,4 L/ano, estando na 27ª posição mundial (CERVBRASIL, 2015).

A legislação brasileira para cervejas classifica a bebida quanto ao teor alcoólico (sem álcool, com álcool), seu extrato primitivo (leve, comum, extra ou forte), a sua cor (clara, escura ou colorida), sua proporção de malte de cevada (cerveja puro malte, cerveja ou cerveja com o nome do vegetal predominante) e o seu tipo de fermentação (baixa ou alta) (BRASIL, 2015). Ainda de acordo com a legislação, as cervejas de baixa fermentação são classificadas como "lager" e as de alta fermentação como "ale".

3.2. Microvervejarias

SEBRAE (2017) mostra que de acordo com a Associação Brasileira de Bebidas (ABRABE), as microcervejarias são caracterizadas, na sua maioria, pela pequena produção de cerveja resultante de um processo artesanal, desenvolvidas com ingredientes especiais, maior quantidade de malte por hectolitro produzido quando comparado às grandes cervejarias e em pequenas instalações de origem familiar. Com isso, as cervejas produzidas por essas micro indústrias são comumente chamadas de “cervejas *premium*” ou “cervejas especiais”, onde atendem um público mais criterioso. São consideradas microcervejarias aquelas empresas que produzem até 200 mil litros por mês. (SEBRAE, 2017).

A grande diferença entre as cervejas especiais e as cervejas de grandes cervejarias é que as especiais são produzidas em menor quantidade, com matérias-primas mais caras, geralmente importadas, tornando o preço final mais elevado, quando comparado com as cervejas tradicionais (SEBRAE, 2017). Elas oferecem uma infinidade de tipos de cerveja anteriormente desconhecidos do público em geral.

SEBRAE (2017) aponta que nos últimos dez anos a produção de cerveja no Brasil cresceu 64%, sendo um mercado em expansão, onde as microcervejarias estão ocupando um importante espaço no mercado nacional. Em 2012, as cervejas especiais representavam 8% do

mercado nacional da bebida, em 2014, este valor já havia subido para 11% com perspectiva de subir para 20% em 2020.

3.3. 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.

3.3.1. Água

Constituindo aproximadamente 92 a 95% do peso da cerveja, a água é a principal matéria-prima do processo produtivo cervejeiro. Por ser um insumo muito importante para o processo produtivo, a água cervejeira deve apresentar requisitos básicos, como ausência de cor, odor e sabor, ser potável, estar livre de nitratos. A concentração e tipo de sais presentes na água influem na característica das cervejas e deve-se atentar se a água utilizada é apropriada à cerveja que será produzida (VENTURINI FILHO, 2010).

Lima e Filho (2011) ainda ressaltam que a água deve apresentar alcalinidade máxima de 50 ppm e pH na faixa de 4 a 9. Existem tecnologias capazes de ajustar a qualidade da água conforme a necessidade do mestre cervejeiro, porém utilizar uma água de melhor qualidade diminui a necessidade de tratamento mais aprofundado da mesma.

3.3.2. Malte de cevada

Venturini Filho (2016) aponta que o termo malte define a matéria prima resultante da germinação de qualquer cereal.

O malte utilizado em cervejarias é obtido de cevada, mas as vezes pode ser acrescida de outros cereais como trigo, aveia, arroz e milho. A cevada é um cereal que apresenta maior facilidade na maltagem, e é bastante utilizado por possui características adequadas para produção de cerveja, tais como: o elevado teor de amido; quando maltada possui um elevado teor de enzimas que facilitam o processo produtivo do mosto; contém proteínas que ajudam na formação de espuma e corpo; possui um baixo teor de lipídio e é um cereal de baixo custo e fácil de maltar. O processo de maltagem é de extrema importância para a qualidade da cerveja, pois o malte é o responsável por dar cor e sabor a bebida e a fermentação alcoólica irá

ocorrer a partir dos açúcares obtidos da transformação do malte na fabricação do mosto (LIMA, FILHO, 2011).

3.3.3. Lúpulo

O lúpulo é uma planta da família *Canabiaceae* e tem a característica de ser diótica, ou seja, possui flores masculinas e femininas, onde a indústria cervejeira tem preferência pela flor feminina, pois nesse estado mantém seu poder aromático ao máximo. O lúpulo possui a substância balsâmica e amarga denominada lupulina e um óleo essencial que dá o sabor característico à cerveja (MARTINS, 1991).

O lúpulo é utilizado em pequena quantidade na produção da cerveja, sendo o responsável para o amargor e sabor característico da bebida, possuindo notas aromáticas – floral, frutado, herbáceo e condimentado – essencial para diversos estilos de cervejas (LIMA, FILHO, 2011).

A quantidade a ser utilizada depende da IBU (*International Bitterness Units* – Unidade Internacional de Amargor) que se deseja obter na cerveja, onde o IBU representa a quantidade de amargor da bebida.

3.3.4. Levedura

Durante o processo de produção da cerveja, é necessário que seja realizada a fermentação alcoólica do mosto cervejeiro. Para a realização desta função são utilizadas as leveduras pertencentes ao gênero *Saccharomyces*, onde estão distribuídas na espécie *S. cerevisiae*, onde as mesmas metabolizam os açúcares fermentáveis para produzir álcool (CURI, 2006).

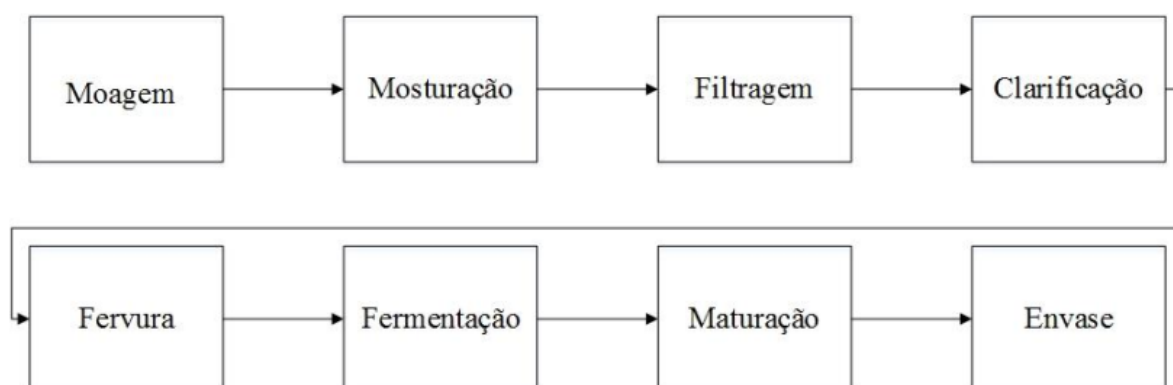
Por serem responsáveis pelo aroma e formação do álcool na etapa de fermentação, é necessário que a levedura permaneça em suspensão durante a fase ativa da fermentação e só após essa, deve-se flocular e sedimentar (MARTINS, 1991).

As leveduras podem ser divididas em leveduras de baixa fermentação e leveduras de alta fermentação. As leveduras de baixa fermentação tradicionalmente produzem a cerveja tipo *lager* a uma temperatura entre 7 e 15°C, a quais floculam no final da fermentação na base do fermentador. As leveduras de alta fermentação são utilizadas para produzir as cervejas do tipo *ale* a uma temperatura entre 18 e 22°C, floculando na superfície do mosto (VENTURINI FILHO, 2016).

3.4. Processo Produtivo

Segundo Vieira (2017), o processo produtivo da cerveja artesanal pode ser compreendido nas seguintes etapas: moagem, mosturação, filtração, clarificação, fervura, fermentação, maturação e envase, conforme mostrado na Figura 1. A seguir será comentado sobre cada etapa do processo produtivo.

Figura 1 - Fluxograma do processo produtivo da cerveja



Fonte: Vieira (2017)

3.4.1. Moagem

A moagem do malte é uma etapa muito importante no processo de produção da cerveja. Lima e Filho (2011) mostram que a diferença de granulometria do malte influenciará e determinará a velocidade da transformação físico-química, tempo de filtração do mosto, ação das enzimas no amido e qualidade do produto final.

O processo de moagem do malte consiste em quebrar os grãos, expondo o amido presente no seu interior. Este processo pode ser realizado por rolos, preservando a casca, ou por moinhos tipo martelo (LIMA, FILHO, 2011).

É necessário que haja um controle nessa etapa de moagem para atingir uma condição satisfatória. Martins (1991) aponta que moer o malte muito fino ocasiona problemas na filtração, como entupimento de poros. Já se o malte apresentar maior granulometria dificultará a hidrólise do amido.

3.4.2. Mosturação

A etapa de mosturação é muito importante para a elaboração do mosto. Vieira (2017) aponta que durante essa etapa, as enzimas α -amilase e β -amilase devem ser ativadas para que ocorra a decomposição do amido em maltose e dextrina.

A enzima β -amilase juntamente com a α -amilase quebram o amido, que é uma longa cadeia de glicose. A β -amilase quebra o amido em açúcares menores que são fermentáveis, chamados de maltoses. A α -amilase quebra aleatoriamente o amido gerando açúcares de tamanhos distintos chamados dextrinas. Estes açúcares não são fermentáveis, mas são fundamentais para o gosto levemente adocicado e para o corpo da cerveja. Estas reações enzimáticas podem ser aceleradas, e para que isso ocorra, é necessário ajustar a temperatura e pH do mosto de acordo com os parâmetros de ação de cada enzima (BORTOLI *et al*, 2013).

Tabela 1 - Condições de ativação de enzimas

Enzima	pH	Temperatura (°C)
α -amilase	5,6 a 5,8	70 a 75
β -amilase	5,4 a 5,6	60 a 65

Fonte: Bortoli et al (2013)

3.4.3. Filtragem e Clarificação

Após a hidrólise do amido, é necessário separar os resíduos sólidos do mosto. Os resíduos sólidos são provenientes da casca do malte juntamente com os resíduos do processo. Essa etapa pode ser realizada por sedimentação natural ou por um filtro de fundo falso tipo peneira. A etapa de filtração ocorre quando o mosto passa através da camada de cascas do malte depositadas no processo de filtragem. É nesta etapa do processo que a cerveja perderá o aspecto turvo e ficará mais clara (SILVA, 2005 apud Russel e Stewart, 1995; Martins, 1991).

3.4.4. Fervura

Durante esta etapa, o mosto é levado à fervura a fim de ocorrer a esterilização do mesmo, a inativação de enzimas e a coagulação proteica. Vieira (2017) cita que este processo tem tempo médio de duração de uma hora e meia e a temperatura de ebulição nesta etapa varia de acordo com a cerveja que deseja-se produzir, podendo estar na faixa de 102 e 110 °C.

Além disso, nesta etapa é acrescentado o lúpulo ao mosto cervejeiro, onde o objetivo deste acréscimo é conferir aroma, cor, sabor e amargor à cerveja produzida (SILVA, 2005 apud Tschope, 2001).

3.4.5. Fermentação e Maturação

Antes de iniciar o processo de fermentação, o mosto deve ser resfriado e posteriormente aerado a fim de melhorar a atuação da levedura (SILVA, 2005).

A fermentação se processa em tanques denominados de fermentadores. Curi (2006) mostra que essa etapa pode ser realizada em processos contínuos ou descontínuos, sendo o processo descontínuo mais utilizado.

Segundo Siqueira et al (2008), o processo de fermentação inicia com a inoculação da levedura no mosto aerado, reproduzindo-se rapidamente devido à grande concentração de oxigênio dissolvido no meio. Depois que todo o oxigênio presente é consumido, as células de levedura passam a fermentar os açúcares em etanol e dióxido de carbono (CO₂). Silva (2005) aponta que durante o processo as condições fermentativas variam com o tipo de cerveja produzida. Para cervejas do tipo *Ale* (alta fermentação), a temperatura deve estar entre 18 e 22°C, já para as cervejas do tipo *Lager* (baixa fermentação), o mosto deve estar média entre 7 e 15°C.

Ao fim desta etapa do processo, a cerveja é considerada verde, possuindo ainda suspensão de levedura e parte de material fermentável. É onde ocorre a maturação, conhecida como segunda fermentação, sendo realizada em temperaturas entre 0 e 3°C. O processo de maturação contribui para a clarificação e melhoria do sabor da cerveja (SIQUEIRA, 2008 apud AQUARONE, ALMEIDA LIME E BORZANI; 1983).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste item será descrito sobre o processo de análise da densidade do mosto da cerveja durante a etapa de fermentação. O acompanhamento da densidade do mosto é de suma importância para observar o processo fermentativo, e consequentemente com esses dados, é possível calcular o teor alcoólico das cervejas produzidas, com a finalidade de manter a padronização do produto final. As análises serão interpretadas através de gráficos para obtenção do teor alcoólico das diferentes cervejas produzidas pela Cervejaria Artesanal.

As cervejas analisadas foram fermentadas utilizando dois tipos de levedura: levedura liofilizada e levedura de primeira geração. A levedura liofilizada é considerada a levedura nova, nunca utilizada, já a levedura de primeira geração é aquela já utilizada no processo fermentativo, reutilizada, que passou pelo processo de lavagem e separação. A metodologia compreende as seguintes etapas: lavagem e separação das leveduras; análise da densidade do mosto durante o período de fermentação e cálculo do teor alcoólico.

4.1. Lavagem e separação das leveduras

De acordo com a informação já descrita, as cervejas foram fermentadas utilizando dois tipos de leveduras: a liofilizada e a levedura de primeira geração. Para a levedura liofilizada, não é necessário procedimento algum, considerando que a mesma nunca foi utilizada. Porém para a levedura de primeira geração, são necessários procedimentos como lavagem e separação da mesma.

Para que ocorresse a lavagem e separação das leveduras a fim de serem reaproveitadas, primeiramente foi necessário aguardar a levedura decantar por completo dentro dos fermentadores. Após a levedura ter decantado, ocorreu a colheita da mesma pelas torneiras no fundo dos fermentadores em baldes devidamente esterilizados.

Figura 2 - Coleta da levedura no fermentador



Fonte: Autoria própria (2018)

O processo de lavagem consistiu em diluir a levedura coletada numa proporção de 1:3 de levedura em água esterilizada fria. Após a diluição, a solução foi distribuída em potes de vidro com tampa, também esterilizados, a fim de proporcionar a separação da levedura. A Figura 3 mostra o procedimento descrito.

Figura 3 - Leveduras em processo de separação



Fonte: Autoria própria (2018)

Após ocorrer a separação dentro dos potes foi possível observar três camadas. A camada mais leve e clara é composta de água e cerveja. A camada intermediária é composta de levedura, onde encontra-se a maior concentração de células vivas e consequentemente a camada desejada. A camada mais escura no fundo do pote é composta por “impurezas”, células mortas e lúpulo, ou seja, a camada indesejada.

Após ter ocorrido a separação por completo das três camadas dentro dos potes de vidro, foi necessário coletar a levedura. Para proporcionar uma coleta adequada, foi descartada a primeira camada que está sobre a levedura, de maneira cuidadosa para não agitar a solução. Após retirada a primeira camada, foi despejada a camada de levedura em outro pote devidamente esterilizado, mantendo sempre o cuidado para não carregar neste momento a terceira camada que contém “impurezas” e lúpulo. A terceira camada foi descartada. Terminada a separação, a levedura foi guardada em ambiente refrigerado para ser reutilizada em posterior fermentação.

4.2. Análise da densidade do mosto durante o período de fermentação

A análise de densidades do mosto é acompanhada através da construção de gráficos. Para a construção dos gráficos de densidade do mosto durante o tempo de fermentação, é necessário analisar: a) a densidade inicial (OG), quantidade de substâncias fermentáveis e não fermentáveis após a fervura e antes do início da fermentação; b) a densidade durante a fermentação (SG), a qual relaciona a densidade de substâncias (açúcares em geral) e a densidade da água; c) a densidade final do mosto (FG), medida após a fermentação ter sido finalizada, a qual é determinada quando a densidade do mosto não se alterar por mais de dois dias.

Durante os dias em que houve fermentação, analisou-se a densidade do mosto dos seis tipos de cervejas produzidas na cervejaria uma vez ao dia, com o objetivo de acompanhar ação da levedura. Para isso, foram utilizados seis recipientes diferentes, devidamente esterilizados. Com a ajuda de uma pipeta *pasteur* e com aproximadamente duas gotas do mosto foi medido o SG utilizando um refratômetro portátil para cervejas. Esse instrumento de medição funciona com base no princípio da refração da luz. A luz bate no mosto e, com base na quantidade de açúcar dissolvido na solução, a luz refrata numa direção específica, incidindo em uma escala fracionada. A densidade do mosto obtida através do refratômetro representa a razão da densidade da substância analisada (neste caso, da cerveja) pela densidade da água, sendo assim um valor relativo, sem unidade (LAMAS, 2014). A Figura 4 representa o refratômetro utilizado na cervejaria.

Figura 4 - Refratômetro da Cervejaria Artesanal



Fonte: Autoria própria (2018)

Com os dados obtidos nas análises, foi possível construir gráficos de densidade ao longo do tempo para as diferentes cervejas produzidas, com o objetivo de controlar a graduação alcóolica das mesmas.

4.3. Cálculo do teor alcoólico

A quantidade de álcool encontrada em uma cerveja depende das condições durante o processo fermentativo. A quantidade de açúcar consumida pelas leveduras se transforma em álcool, contribuindo para o teor alcoólico.

Com os dados obtidos de densidade inicial (OG) e densidade final (FG) do mosto cervejeiro, seguindo a equação de Papazian (1984), é possível determinar o teor alcoólico das diferentes cervejas:

$$\text{TEOR ALCOÓLICO (\%)} = 131,25 * (\text{OG} - \text{FG}) \quad (1)$$

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste item são apresentados e discutidos os resultados referentes à caracterização do mosto cervejeiro para os seis tipos de cervejas produzidas intituladas de: Cerveja tipo 1, Cerveja tipo 2, Cerveja tipo 3, Cerveja tipo 4, Cerveja tipo 5 e Cerveja tipo 6. As análises realizadas para a caracterização do mosto são: densidade do mosto e teor alcoólico.

5.1. Densidade do mosto

A seguir são apresentados os resultados referentes à densidade do mosto para os seis tipos de cerveja produzida.

5.1.1. Cerveja tipo 1

Os dados obtidos de densidade do mosto (SG) para a cerveja tipo 1 utilizando a levedura liofilizada e a levedura de primeira geração são mostrados na Tabela 2:

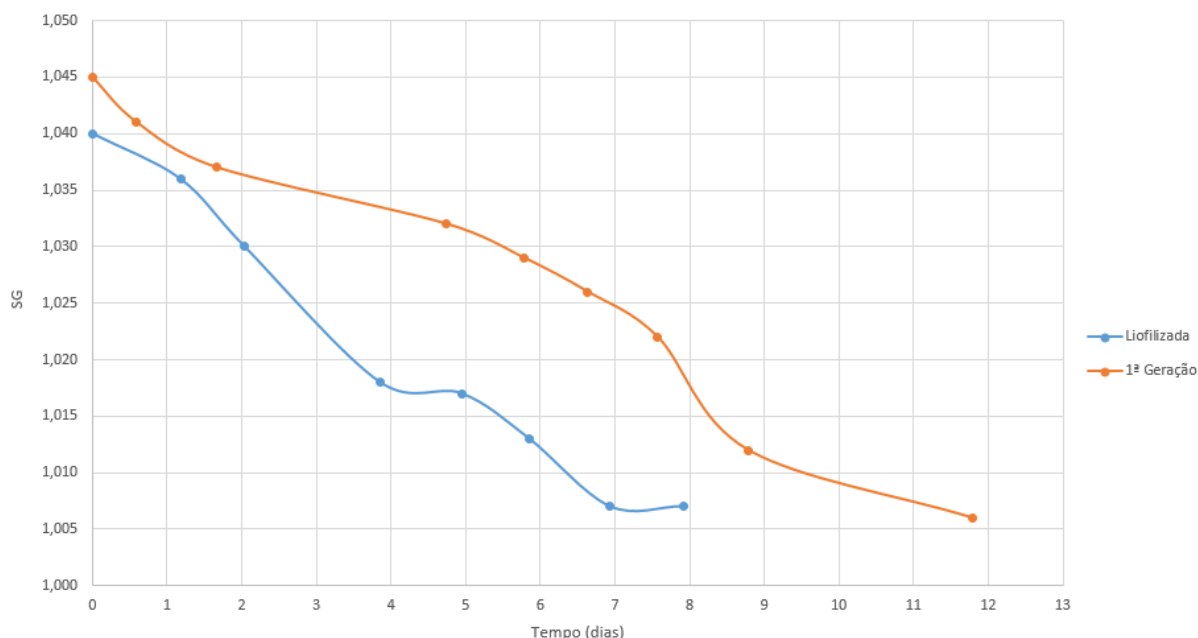
Tabela 2 – Densidade do mosto (SG) para cerveja tipo1 utilizando a levedura liofilizada e a levedura de primeira geração.

Tempo (dias/h)	SG	Tempo (dias/h)	SG
Liofilizada		Primeira geração	
0	1,040	0	1,045
1,2 (28,33 h)	1,036	0,6 (14,25 h)	1,041
2,0 (49,00 h)	1,030	1,7 (40,00 h)	1,037
3,8 (92,50 h)	1,018	4,7 (113,83 h)	1,032
5,0 (118,75 h)	1,017	5,8 (138,75 h)	1,029
5,8 (140,50 h)	1,013	6,6 (159,25 h)	1,026
7,0 (166,42 h)	1,007	7,6 (181,75 h)	1,022
7,9 (190,00 h)	1,007	8,8 (210,75 h)	1,012
-	-	11,8 (282,75 h)	1,006

Fonte: Autoria Própria (2018).

Com os dados obtidos, foi possível desenvolver o gráfico mostrado na Figura 5, a fim de observar o decaimento da densidade do mosto para as cervejas fermentadas com as diferentes leveduras.

Figura 5 - Densidade do mosto da cerveja tipo1 utilizando a levedura liofilizada e a levedura de primeira geração



Fonte: Autoria própria (2018).

De acordo com a Figura 5, é possível observar que o tempo de fermentação para as duas cervejas foi bastante diferente, onde a cerveja fermentada com levedura liofilizada encerrou sua fermentação com 7,9 dias, já o tempo de fermentação da cerveja produzida com levedura de primeira geração demorou 11,8 dias para encerrar esta etapa do processo.

A cerveja fermentada com levedura liofilizada teve uma densidade inicial de 1,045 e densidade final de 1,007; já a cerveja fermentada com levedura de primeira geração iniciou sua fermentação com densidade de 1,040 e encerrou a fermentação com densidade final de 1,006. As densidades iniciais para as cervejas divergiram, porém a densidade final obteve um valor próximo.

5.1.2. Cerveja tipo 2

De forma análoga, os dados obtidos de densidade do mosto (SG) para a cerveja tipo 2 utilizando a levedura liofilizada e a levedura de primeira geração são mostrados na Tabela 3:

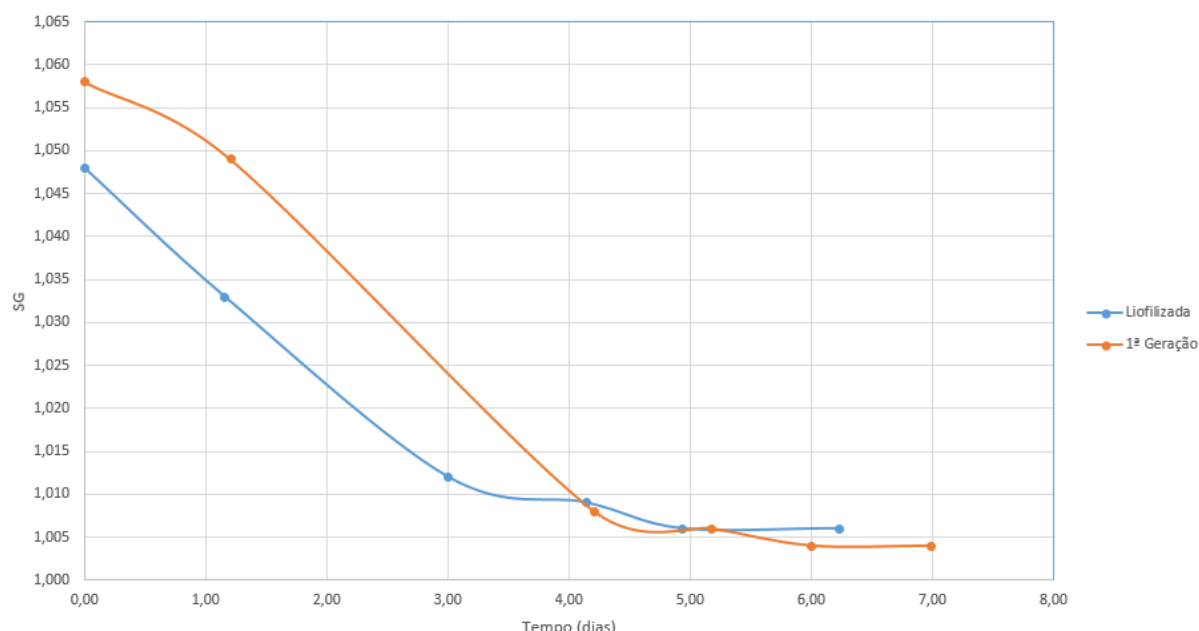
Tabela 3 – Densidade do mosto (SG) para a cerveja tipo 2 utilizando a levedura liofilizada e a levedura de primeira geração

Tempo (dias/horas)	SG	Tempo (dias/horas)	SG
Liofilizada		Primeira geração	
0	1,048	0	1,058
1,2 (27,83 h)	1,033	1,2 (28,92 h)	1,049
3,0 (72,08 h)	1,012	4,2 (100,92 h)	1,008
4,1 (99,50 h)	1,009	5,2 (124,17 h)	1,006
5,0 (118,50 h)	1,006	6,0 (144,08 h)	1,004
6,2 (149,50 h)	1,006	7,0 (167,83 h)	1,004

Fonte: Autoria Própria (2018).

Com os dados obtidos, foi possível desenvolver o gráfico mostrado na Figura 6, com o objetivo de observar o decaimento da densidade do mosto para as cervejas fermentadas com as diferentes leveduras utilizadas.

Figura 6 - Densidade do mosto da cerveja tipo 2 utilizando a levedura liofilizada e a levedura de primeira geração



Fonte: Autoria Própria (2018).

Conforme observado na Figura 6, as duas cervejas divergiram na densidade inicial e final. A cerveja que foi fermentada utilizando a levedura liofilizada iniciou sua fermentação com densidade de 1,048 e encerrou com densidade final de 1,006. A cerveja que foi fermentada utilizando a levedura de primeira geração iniciou sua fermentação com 1,058 de densidade e encerrou com densidade final de 1,004.

Com relação ao tempo de fermentação, para a cerveja fermentada com levedura liofilizada este processo ocorreu em 6,2 dias e para a cerveja fermentada com levedura de primeira geração esta etapa se deu em 7 dias.

5.1.3. Cerveja tipo 3

Os dados obtidos de densidade do mosto (SG) para a cerveja tipo 3 utilizando a levedura liofilizada e a levedura de primeira geração são mostrados na Tabela 4:

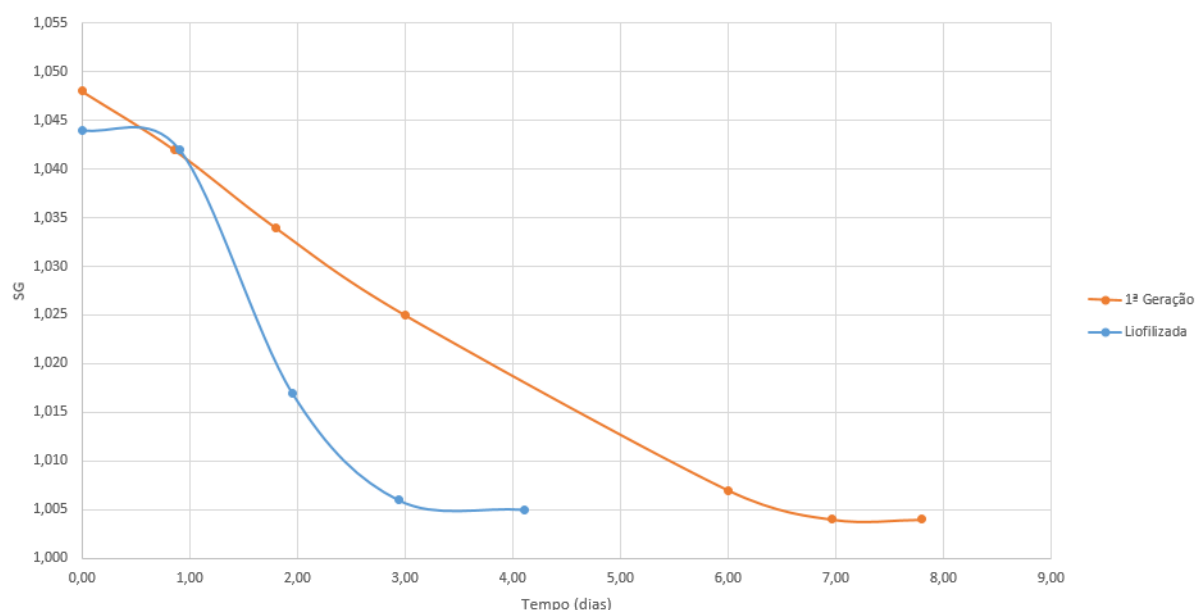
Tabela 4 – Densidade do mosto (SG) para cerveja tipo 3 utilizando a levedura liofilizada e a levedura de primeira geração

Tempo (dias/horas)	SG	Tempo (dias/horas)	SG
Liofilizada		Primeira geração	
0	1,044	0	1,048
0,9 (21,75 h)	1,042	0,8 (20,50 h)	1,042
1,9 (46,92 h)	1,017	1,8 (43,08 h)	1,034
2,9 (70,58 h)	1,006	3,0 (72,00 h)	1,025
4,1 (98,58 h)	1,005	6,0 (144,00 h)	1,007
5,9 (142,42 h)	1,005	7,0 (167,25 h)	1,004
-	-	7,8 (187,17 h)	1,004

Fonte: Autoria Própria (2018).

Com estes valores, foi possível construir o gráfico mostrado na Figura 7.

Figura 7 - Densidade do mosto da cerveja tipo3 utilizando a levedura liofilizada e a levedura de primeira geração



Fonte: Autoria Própria (2018).

A cerveja tipo 3 teve um comportamento divergente para as duas leveduras utilizadas. A cerveja fermentada com levedura liofilizada teve densidade inicial de 1,044 e a cerveja fermentada com levedura de primeira geração teve densidade inicial de 1,048. Apesar do tempo de fermentação entre as duas ter sido bastante diferente, sendo a liofilizada fermentada em 5,9 dias e a de primeira geração fermentada em 7,8 dias, ambas apresentaram uma densidade final muito próxima, sendo estas 1,005 e 1,004 respectivamente.

5.1.4. Cerveja tipo 4

Os dados obtidos de densidade do mosto (SG) para a cerveja tipo 4 utilizando a levedura liofilizada e a levedura de primeira geração são mostrados na Tabela 5:

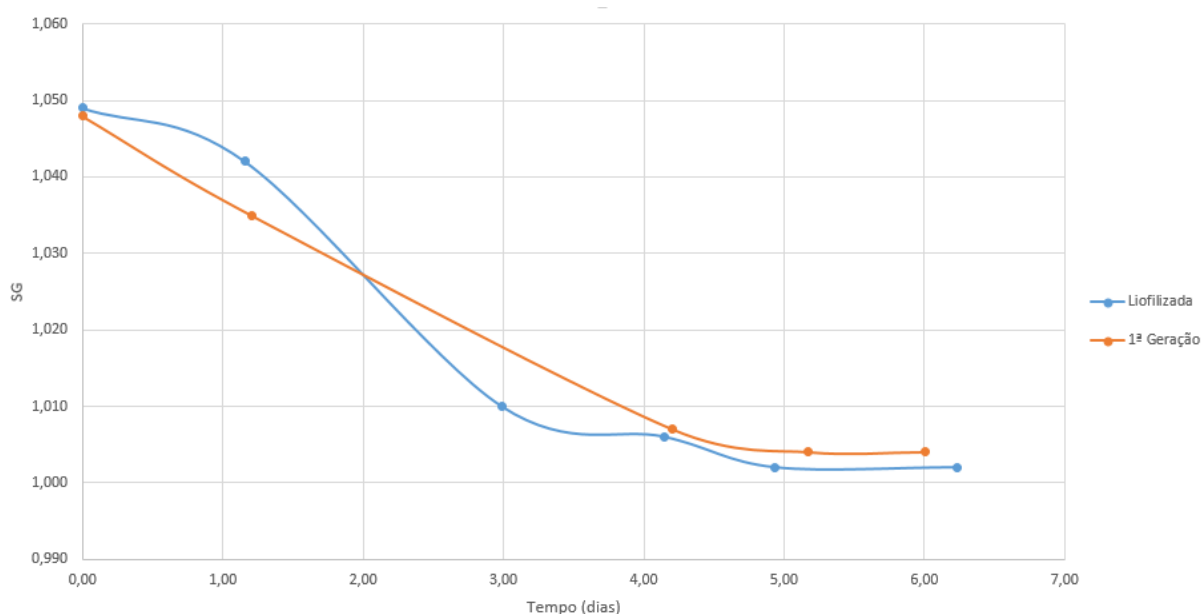
Tabela 5 – Densidade do mosto (SG) para a cerveja tipo 4 utilizando a levedura liofilizada e a levedura de primeira geração

Tempo (dias/horas)	SG	Tempo (dias/horas)	SG
Liofilizada		Primeira geração	
0	1,049	0	1,048
1,2 (27,83 h)	1,042	1,2 (28,92 h)	1,035
3,0 (71,67 h)	1,010	4,2 (100,92 h)	1,007
4,1 (99,50 h)	1,006	5,2 (124,17 h)	1,004
4,9 (118,50 h)	1,002	6,0 (144,88 h)	1,004
6,2 (149,50 h)	1,002	-	-

Fonte: Autoria Própria (2018)

Com os dados apresentados na Tabela 5, foi desenvolvido o gráfico mostrado na Figura 8.

Figura 8 - Densidade do mosto da cerveja tipo 4 utilizando a levedura liofilizada e a levedura de primeira geração



Fonte: Autoria Própria (2018).

De acordo com a Figura 8, observa-se que o comportamento das curvas para a cerveja tipo 4 foi muito próximo. A densidade inicial da cerveja fermentada com levedura liofilizada foi de 1,049 e sua densidade final foi de 1,002. Para a cerveja fermentada com levedura de primeira geração, a densidade inicial do mosto foi de 1,048 e densidade final foi de 1,004. Com relação a fermentação, ambas tiveram um tempo de fermentação próximo, onde a cerveja utilizando a levedura liofilizada fermentou em 6,2 dias e a cerveja utilizando a levedura de primeira geração fermentou em 6 dias.

5.1.5. Cerveja tipo 5

Os dados obtidos de densidade do mosto (SG) para a cerveja tipo 5 utilizando a levedura liofilizada e a levedura de primeira geração são mostrados na Tabela 6:

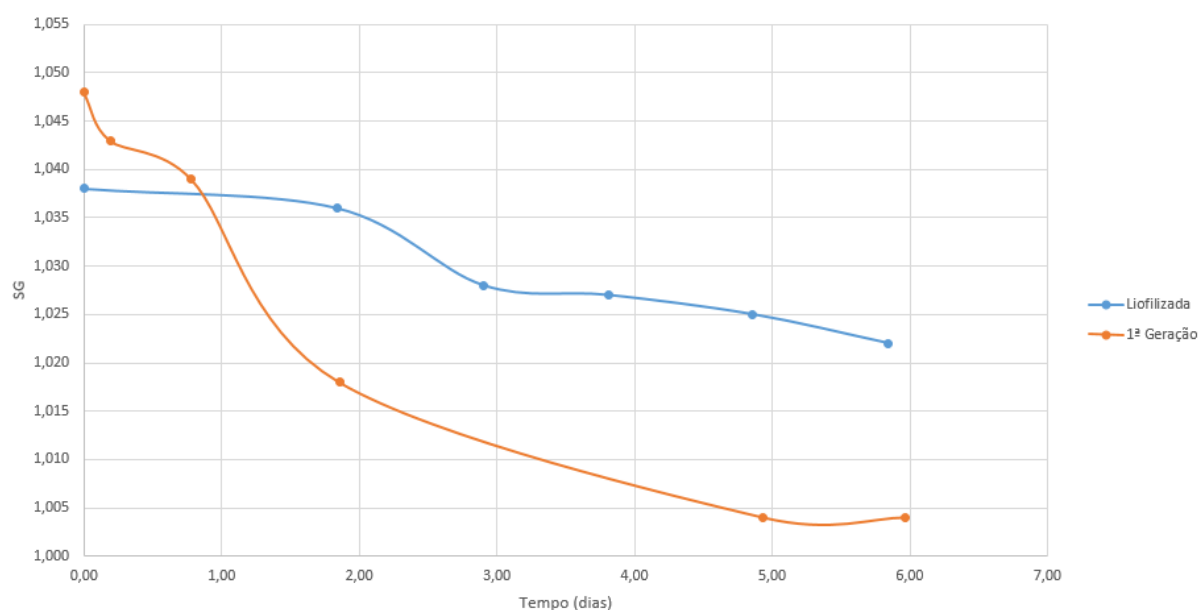
Tabela 6 – Densidade do mosto (SG) para a cerveja tipo 5 utilizando a levedura liofilizada e a levedura de primeira geração

Tempo (dias/horas)	SG	Tempo (dias/horas)	SG
Liofilizada		Primeira geração	
0	1,038	0	1,048
1,8 (44,08 h)	1,036	0,2 (4,58 h)	1,043
2,9 (69,67 h)	1,028	0,8 (18,75 h)	1,039
3,8 (91,42 h)	1,027	1,8 (44,50 h)	1,018
4,9 (116,58 h)	1,025	4,9 (118,33 h)	1,004
5,8 (140,25 h)	1,022	6,0 (143,25 h)	1,004

Fonte: Autoria Própria (2018).

Com estes valores, foi possível construir o gráfico mostrado na Figura 9.

Figura 9 - Densidade do mosto da cerveja tipo 5 liofilizada e primeira geração



Fonte: Autoria Própria (2018).

A cerveja tipo 5 teve um comportamento diferente mais em relação as densidades de acordo com os tipos de leveduras utilizadas. A cerveja fermentada com levedura liofilizada iniciou sua fermentação com densidade de 1,038 e encerrou com densidade de 1,022. A cerveja fermentada com levedura de primeira geração obteve densidade inicial de 1,048, mais elevada que a liofilizada, e encerrou com densidade de 1,004.

Com relação a fermentação, o tempo de fermentação foi próximo, sendo para a cerveja fermentada com levedura liofilizada 5,8 dias e para a cerveja fermentada com levedura de primeira geração 6 dias.

5.1.6. Cerveja tipo 6

Os dados obtidos de densidade do mosto (SG) para a cerveja tipo 6 utilizando a levedura liofilizada e a levedura de primeira geração são mostrados na Tabela 7:

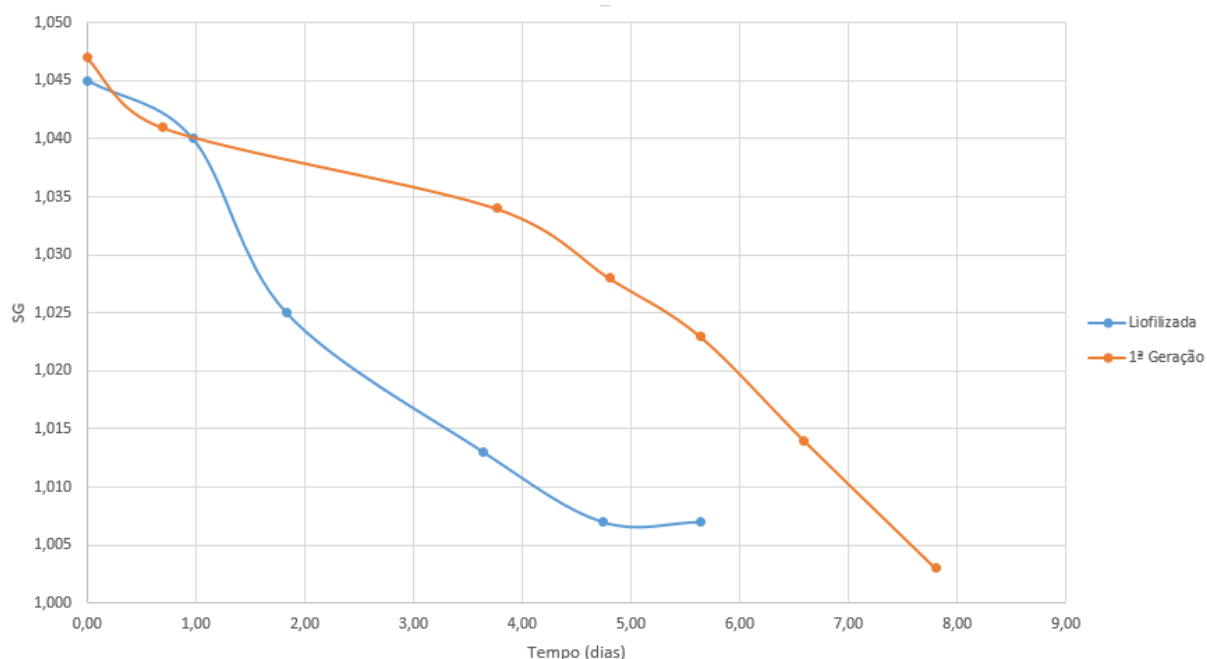
Tabela 7 – Densidade do mosto (SG) para cerveja tipo 6 utilizando a levedura liofilizada e a levedura de primeira geração

Tempo (dias/horas)	SG	Tempo (dias/horas)	SG
Liofilizada		Primeira geração	
0	1,045	0	1,047
1,0 (23,33 h)	1,040	0,7 (16,50 h)	1,041
1,8 (44,00 h)	1,025	3,8 (90,33 h)	1,034
3,6 (87,50 h)	1,013	4,8 (115,25 h)	1,028
4,7 (113,75 h)	1,007	5,6 (135,25 h)	1,023
5,7 (135,50 h)	1,007	6,6 (158,25 h)	1,014
-	-	7,8 (187,25 h)	1,003

Fonte: Autoria Própria (2018).

Com os dados apresentados na Tabela 7, foi desenvolvido o gráfico mostrado na Figura 10.

Figura 10 - Densidade do mosto da cerveja tipo 6 utilizando a levedura liofilizada e a levedura de primeira geração



Fonte: Autoria Própria (2018).

Para a cerveja tipo 6, as curvas não apresentaram comportamento semelhante. Os dados divergiram tanto na densidade inicial e final quanto no tempo de fermentação. Para a cerveja com a levedura liofilizada, a fermentação iniciou com densidade de 1,045 e encerrou com densidade de 1,007 com tempo de fermentação de 5,7 dias. Para a cerveja com a levedura de primeira geração, a fermentação teve densidade inicial de 1,047 e densidade final de 1,003 com tempo de fermentação de 7,8 dias.

5.2. Teor alcoólico

Com os dados de densidade inicial e densidade final, foi possível calcular o teor alcoólico das diferentes cervejas, tanto para cervejas fermentadas através da levedura liofilizada quanto para as cervejas fermentadas por levedura de primeira geração. As Tabelas 8 e 9 mostram os dados obtidos e calculados para os seis tipos de cerveja produzidos.

Tabela 8 - Teor alcoólico das cervejas fermentadas com levedura liofilizada

CERVEJA (LIOFILIZADA)	DENSIDADE INICIAL	DENSIDADE FINAL	TEOR ALCOÓLICO CALCULADO (%)	TEOR ALCOÓLICO NO RÓTULO (%)
Tipo 1	1,040	1,007	4,33	4,2
Tipo 2	1,048	1,006	5,51	7,2
Tipo 3	1,044	1,005	5,12	5,3
Tipo 4	1,049	1,002	6,17	6,6
Tipo 5	1,038	1,022	2,10	4,7
Tipo 6	1,045	1,007	4,99	4,8

Fonte: Autoria própria (2018).

Tabela 9 - Teor alcoólico das cervejas fermentadas com levedura de primeira geração

CERVEJA (1ª GERAÇÃO)	DENSIDADE INICIAL	DENSIDADE FINAL	TEOR ALCOÓLICO CALCULADO (%)	TEOR ALCOÓLICO NO RÓTULO (%)
Tipo 1	1,045	1,006	5,12	4,2
Tipo 2	1,058	1,004	7,09	7,2
Tipo 3	1,048	1,004	5,78	5,3
Tipo 4	1,048	1,004	5,78	6,6
Tipo 5	1,048	1,004	5,78	4,7
Tipo 6	1,047	1,003	5,78	4,8

Fonte: Autoria própria (2018).

De acordo com os dados apresentados nas Tabelas 8 e 9, é possível observar que algumas cervejas produzidas apresentaram teor alcóolico próximo dos valores determinados nos rótulos dos produtos, sendo estas: cerveja tipo 1 liofilizada, cerveja tipo 3 liofilizada, cerveja tipo 4 liofilizada, cerveja tipo 6 liofilizada, e cerveja tipo 2 primeira geração. Essas diferenças entre o teor alcoólico calculado e o teor alcoólico presente no rótulo, se deve aos

dados de densidade inicial e densidade final para as cervejas os quais divergiram. Muitos fatores podem dar origem à elevada ou baixa densidade inicial e final tais como: moagem imprópria dos grãos, temperatura ou tempo de mosturação incorretos, falhas durante a execução da lavagem dos grãos, medição dos volumes de água utilizados e imprecisão das leituras das densidades dos mostos realizadas pelo refratômetro.

Para as cervejas que foram fermentadas com levedura de primeira geração, estas foram as que apresentaram maior divergência no teor alcoólico. Provavelmente um dos motivos para tais diferenças foi causado pelo funcionamento não adequado do moinho. O moinho utilizado na cervejaria apresentou problemas durante o processo produtivo de ambas as fermentações, não conseguindo moer o malte na granulometria desejada.

Para as cervejas que foram fermentadas com a levedura liofilizada, os resultados do teor alcóolico foram mais próximos, com exceção da cerveja tipo 5 a qual apresentou maior diferença de teor alcoólico.

Dessa maneira, compreende-se que para as cervejas que apresentaram teor alcoólico acima do desejado o moinho estava moendo o malte com granulometria inferior, e para as cervejas que apresentaram teor alcoólico mais baixo, o moinho estava moendo o malte com granulometria superior ao desejado. A diferença de granulometria do malte influencia e determina a velocidade das transformações físico-químicas, tempo de filtração do mosto, ação das enzimas no amido e qualidade do produto final.

6. CONCLUSÃO

Com os dados obtidos foi possível observar que algumas cervejas apresentaram resultados positivos, conseguindo se aproximar dos valores de teor alcoólico descritos nos rótulos, sendo estas: cerveja tipo 1 liofilizada, cerveja tipo 3 liofilizada, cerveja tipo 4 liofilizada, cerveja tipo 6 liofilizada, e cerveja tipo 2 primeira geração, sendo em sua grande maioria as cervejas fermentadas com levedura liofilizada. Verificou-se também que as cervejas que mais apresentaram divergência para os teores alcoólicos foram as fermentadas com levedura de primeira geração.

O processo produtivo da cerveja é muito complexo em termos microbiológicos. Durante todas as etapas ocorrem diferentes atividades microbianas, algumas esperadas, outras não, que podem acabar alterando a qualidade do produto final. Dessa maneira, é possível concluir a importância do controle de qualidade durante o processo produtivo de cervejas artesanais, com o objetivo de impedir problemas no produto final, evitando assim desperdícios e perdas na produção. Assim sendo, deve-se fazer uma reavaliação dos processos operacionais e dos equipamentos para garantir a qualidade dos produtos.

Algumas medidas podem ser sugeridas para otimizar o processo e as análises realizadas, tais como: utilizar um refratômetro digital para maior precisão dos valores medidos; melhorar a lavagem e separação das leveduras, sendo realizada em duplicata para garantir assim maior remoção das células mortas presentes na levedura coletada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Denner Silva; BELO, Renata França Cassimiro. Análises físico-químicas de cervejas artesanais e industriais comercializadas em Sete Lagoas-MG. **Revista Brasileira de Ciências da Vida**, v. 5, n. 5, dez. 2017. Disponível em: <<http://jornal.faculadecienciasdavid.com.br/index.php/RBCV/article/view/362>>. Acesso em: 15 junho 2018.

AQUARONE, Eugênio; BORZANI Walter; SCHMIDELL Willibaldo; LIMA; Urgel de Almeida. **Biotecnologia Industrial**. 4 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. 91-143p.

BORTOLI, Daiane A. da S.; SANTOS, Flávio dos; STOCCO, Nádia M.; ORELLI Jr., Alessandro; TOM, Ariel; NEME, Fernanda F.; NASCIMENTO, Daniela Defavari do. Leveduras e produção de cervejas - Revisão. **Bioenergia em revista: diálogos**, v. 3, n. 1, p. 45-58, jan./jun. 2013.

BRASIL. DECRETO Nº 6.871, DE 4 DE JUNHO DE 2009. **Padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6871.htm>. Acesso em: 30 julho 2018.

CERVBRASIL – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CERVEJA. **Anuário 2015**. Disponível em: <http://www.cervbrasil.org.br/novo_site/anuarios/anuario_cb_2015_web.pdf>. Acesso em: 30 julho. 2018.

COELHO-COSTA, Ewerton Reubens. A bebida de Ninkasi em terras tupiniquins: O mercado da cerveja e o Turismo Cervejeiro no Brasil. **RITUR - Revista Iberoamericana de Turismo**, v. 5, n. 1, p. 22-41, 2015.

CURI, Roberto Abdallah. **Produção de cerveja utilizando cevada como adjunto de malte**. 2006. Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP, Botucatu – SP. LAMAS BREW SHOP. **Dicas sobre o uso de densímetros e refratômetros**. Disponível em: <<http://loja.lamasbrewshop.com.br/blog/2014/05/dicas-sobre-o-uso-de-densimetros-e-refratometros.html>>. Acesso em: 06 ago. 2018.

LIMA, Luciana Leite De Andrade; FILHO, Artur Bibiano De Melo. **Tecnologia de bebidas**. Recife: UFRPE/CODAI, 2011. 126 p.

MAPA. **Ministério da agricultura pecuária e abastecimento**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 15 jun. 2018.

MARTINS, Silvio De Melo. **Como fabricar cerveja**. São Paulo - SP: Ícone editora, 1987. 12-21 p.

PAPAZIAN, Charlie. **The complete joy of homebrewing**. 3 ed. Estados Unidos da América: Harper Resource, 2003. 427 p.

ROSA, Natasha Aguiar; AFONSO, Júlio Carlos. A Química da Cerveja. **Química e Sociedade**, v. 37, n. 2, p. 98-105, mai./jun. 2018.

SEBRAE. **Microcervejarias ganham espaço no mercado nacional**. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/portalsebrae/artigos/microcervejarias-ganham-espaco-no-mercado-nacional,fbe9be300704e410vgnvcm1000003b74010arcrd>>. Acesso em: 15 jun. 2018.

SEBRAE. **Microcervejarias**. Disponível em: <[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/arquivos_chronus/bds/bds.nsf/8818d2954be64fcda8628defef1f70f8/\\$file/7503.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/arquivos_chronus/bds/bds.nsf/8818d2954be64fcda8628defef1f70f8/$file/7503.pdf)>. Acesso em: 15 ago. 2018.

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

SIQUEIRA, Priscila Becker; BOLINI, Helena Maria André; MACEDO, Gabriela Alves. O processo de fabricação da cerveja e seus efeitos na presença de polifenóis. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 19, n. 4, p. 491-498, out./dez. 2008.

VENTURINI FILHO, Waldemar Gastoni. **Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**. 2 ed. São Paulo: Editora Blucher, 2016. 575 p.

VIEIRA, Emanuel da Silva. **Acompanhamento do processo produtivo de uma cervejaria artesanal em Mossoró**. 2017. Monografia de Graduação. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró – RN.