



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL

DECLIEUX OLIVEIRA DA SILVA

PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL TIPO *PILSEN*

CAMPINA GRANDE – PB
2015

DECLIEUX OLIVEIRA DA SILVA

PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL TIPO *PILSEN*

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao Curso de Química
Industrial da Universidade Estadual da
Paraíba em cumprimento à exigência para
obtenção do Curso de Bacharel em
Química Industrial

Orientadora: DraEliane Rolim Florentino

**CAMPINA GRANDE – PB
2015**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

S586p Declieux Oliveira Da Silva
Produção De Cerveja Artesanal Tipo Pilsen [manuscrito] /
Declieux Oliveira da Silva. - 2014.
50 p. : il. color.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em QUÍMICA INDUSTRIAL) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2014.
"Orientação: Profª Drª Eliane Rolim Florentino, Departamento de Química".

1. Puro malte. 2. Fermentação. 3. Cerveja Artesanal I.
Título.

21. ed. CDD 663.42

DECLIEUX OLIVEIRA DA SILVA

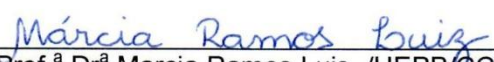
PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL TIPO *PILSEN*

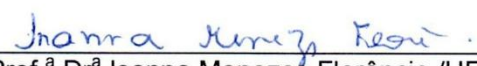
Aprovada em 25/03/2015

Nota:

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Curso de Química Industrial da Universidade Estadual da Paraíba em cumprimento à exigência para obtenção do Curso de Bacharel em Química Industrial


Prof.^a Dr.^a Eliane Rolim Florentino /UEPB/CCT/DQ
Orientadora


Prof.^a Dr.^a Marcia Ramos Luis /UEPB/CCT/DESA
Examinador


Prof.^a Dr.^a Isanna Menezes Florêncio /UEPB/CCT/DQ
Examinadora

Campina Grande

2015

DEDICATÓRIA

A Deus ea minha Família.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me concebido fé, saúde e perseverança em toda a minha vida.

À minha mãe Maria do Socorro Oliveira da Silva, meu pai Marcelo Oliveira da Silva, por todo o esforço realizado para minha formação como pessoa. Aos meus irmãos Glauco e Igor pela ajuda, apoio e convivência durante todos esses anos.

Aos meus tios Abel, Inaldo, Sebastião, Fabiano e Raimundo, Vera, Morena, Dalva, Pepita, Lia, Ilda, Shirley, Sandra e Selda, e a minha avó que sempre me deram apoio e força nos momentos difíceis de minha vida.

Aos meus familiares que me apoiaram todo esse tempo.

Aos meus amigos Alex Almeida, Vinicius Santos, Higo Moreira, Jarbas Gomes, Evandro Alves e Cleudo Pereira, Emanuella e Katianeque estão sempre ao meu lado me apoiando e proporcionando momentos felizes.

À minha orientadora Eliane Rolim pela fé que depositou para que esse trabalho se concretizasse, além de orientar mostrou minha capacidade para enfrentar os problemas, pelos seus ensinamentos de vida, paciência e sua determinação.

Aos funcionários do NUPEA que sempre me ajudaram e apoiaram quando precisava.

A minha banca examinadora.

À professora Márcia Luis pelos ensinamentos profissionais e de vida.

À Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, entre professores, alunos, funcionários e técnico-administrativos pela incansável luta pela educação.

Aos meus colegas de sala de aula e de Universidade que sempre me proporcionou momentos agradáveis.

“Era um homem sábio aquele que inventou a cerveja”

Platão

“Nem todos os elementos químicos são maus. Sem elementos químicos como o hidrogênio e o oxigênio, por exemplo, não haveria nenhuma maneira fazer água, um ingrediente vital para a cerveja”.

Dave Barry

RESUMO

Tradicionalmente, diz-se cerveja toda bebida fermentada a partir de cereais. Entretanto, por força de lei, no Brasil, entende-se cerveja como uma bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro, oriundo este do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo. (Art. 64 da Lei nº. 8.918, de 14 de julho de 1994). O Brasil é o terceiro maior produtor de cerveja do mundo, a maioria do consumo nacional é de cerveja *pilsen*. Com o crescente aumento do poder aquisitivo da população, vem crescendo o interesse em consumir cervejas com características degustativas bem superiores as comumente consumidas, com aroma bem característico, sabor acentuado e encorpado, criando assim uma classe de consumidores exigentes. O mercado brasileiro de cervejas, apesar de expressivo, é extremamente concentrado, com 98% do marketshare distribuído entre apenas quatro grandes companhias. Neste cenário, pouco se discute sobre um novo mercado, que cresce mundialmente em velocidade quase exponencial, o mercado de cervejas artesanais. O presente trabalho teve como objetivo a produção de uma cerveja artesanal puro malte em pequena escala, realizada pelo processo de infusão, inoculado com leveduras de baixa fermentação a 12°C, durante 48 horas. Amostras do caldo fermentativo foram coletadas em tempo 0; 06; 12; 18; 24; 30; 36; 42; 48 horas, para o acompanhamento do pH, contagem de células, °Brix e teor alcoólico. Os valores encontrados demonstraram viabilidade na produção artesanal de cerveja puro malte.

Palavras Chaves: Puro malte, Fermentação, Cerveja.

ABSTRACT

Traditionally, it is said beer brew from any cereal. However, by law, in Brazil, beer is meant as a beverage obtained by alcoholic fermentation of brewer must, derived this from barley and malt drinking water, by the action of yeast, with the addition of hops. (Art. 64 of Law no. 8918 of July 14, 1994) .The Brazil is the world's third largest beer producer, most of domestic consumption is lager. With the increasing purchasing power of the population has been growing interest in consuming beer with far superior mouthfeel characteristics commonly consumed, with very characteristic aroma, sharp and full-bodied flavor, creating a class of consumers demanding.O Brazilian beer market, although significant, is extremely concentrated, with 98% of marketshare distributed among only four large companies. In this scenario, little is discussed about a new market which is growing worldwide in almost exponential rate, the craft beer market. This study aimed to producing a handmade malt beer on a small scale, carried out by the infusion process, inoculated with low yeast-fermented at 12 ° C for 48 hours. fermentation broth samples were collected at time 0; 06; 12; 18; 24; 30; 36; 42; 48 hours to monitor the pH, cell count, Brix and alcohol content. The values demonstrated viability in the artisan production of malt beer.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	13
2.1. Objetivo Geral.....	13
2.2. Objetivo Específico	13
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
3.1. Definição de cerveja.....	14
3.2. História da cerveja.....	14
3.1. Matéria prima	15
3.1.1. Água	15
3.1.2. Malte de cevada.....	16
3.1.3. Lúpulo.....	17
3.1.4. Levedura	18
3.1.5 Adjuntos e especiarias	20
3.2. Classificação da cerveja	20
3.2.1. Quanto ao extrato primitivo:	20
3.2.2. Quanto à cor:.....	21
3.2.3. Quanto ao teor alcoólico:.....	21
3.2.3. Quanto à proporção de malte de cevada:	21
3.4.5. Quanto à fermentação:	22
3.3. Tipos de cervejas	22
3.3.1. <i>Pilsen</i>	23
3.3.2. <i>Pale Ale</i>	23
3.3.3. <i>Weissbier (Trigo)</i>	24
3.3.4. <i>Bock</i>	25
3.3.5. <i>Stout</i>	25
3.4. Processos para a produção de cerveja.....	26

3.4.1.	Moagem	26
3.4.2.	Mosturação	27
3.4.3.	Filtração da mostura.....	28
3.4.4.	Cozimento do mosto.....	29
3.4.5.	Decantação.....	29
3.4.6.	Resfriamento e aeração.....	30
3.4.7.	Tratamento da levedura.....	30
3.4.8.	Fermentação	30
3.4.9.	Envase.....	33
3.4.10	. Maturação'	33
3.4.11.	Pasteurização.....	33
4.	MATERIAIS E METODOS.....	35
4.1.	Local e período da realização da pesquisa.....	35
4.2.	Matéria prima	35
4.3.	Agente fermentativo	35
4.4.	Materiais utilizados:.....	35
4.5.	Processo de fabricação da cerveja	36
4.5.1.	Moagem do malte.....	36
4.5.2.	Mosturação	36
4.5.3.	Filtração	36
4.5.4.	Cozimento do mosto	36
4.5.5.	Decantação e filtração	36
4.5.6.	Resfriamento e aeração	36
4.5.7.	Tratamento da levedura.....	37
4.5.8.	Fermentação	37
4.5.9.	Envase	37
4.5.10.	Maturação.....	37
4.6.	Produção.....	37

4.7. Métodos analíticos.....	38
4.7.1. Concentração de açúcares	38
4.7.2. Teor alcoólico	39
4.7.3. Determinação da concentração celular	39
4.7.4. Determinação do pH	39
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
6. CONCLUSÃO	42
7. REFERÊNCIAS.....	43
8. PARÂMETROS DE FERMENTAÇÃO	48
8.1. pH	48
8.2. Brix.....	48
8.3. °GL	49
8.4. UFC	49

1.INTRODUÇÃO

A cerveja é uma bebida obtida pela fermentação do mosto cervejeiro proveniente de malte de cevada, água potável e lúpulo, por ação de leveduras. Também se faz o uso de outros grãos como: arroz, milho e trigo. Seu sabor é proveniente da matéria prima, pela levedura, pelo tipo de processo de fabricação, além de compostos produzidos na sua fermentação e maturação que exercem função importante nas suas características sensoriais (OLIVEIRA, 2011).

A cerveja mais produzida e consumida no Brasil é a do tipo Pilsen, com aproximadamente 98% do mercado. Ela foi criada em 1842 na República Tcheca e apresenta uma coloração clara, com uma tonalidade dourada brilhante, bastante refrescante e com teor alcoólico baixo por causa do processo de baixa fermentação (SETOR1, 2010).

Com a expansão no segmento do mercador cervejeiro no Brasil, e com o crescente interesse do consumidor experimentar cada vez mais novos tipos de cervejas, elevando assim o consumo das cervejas especiais. Essa nova tendência é conduzida por uma frente gastronômica, que aborda uma apreciação diferenciada com ingestão em pequenas quantidades para maior percepção de seus aromas e sabores, que são características das cervejas artesanais (SANTARNECH, 2011).

Tomando-se como base a importância dessa bebida, estudou-se nesse trabalho, a produção de cerveja artesanal puro malte do tipo Pilsen, dando início a linha de pesquisa do Laboratório de Ciências e Tecnologia de Alimentos (LCTA), no estudo de tecnologias na produção de cervejas. Este trabalho representa um conjunto de experimentos que foram realizados em escala de laboratório, nas instalações do LCTA durante a realização do Trabalho de Conclusão de curso (TCC).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Produzir uma cerveja artesanal puro malte do tipo Pilsen,

2.2. Objetivo Específico

- Acompanhamento dos processos de produção da cerveja
- Análises de pH, brix, °GL e UFC.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. Definição de cerveja

De acordo com a legislação brasileira, o Decreto Nº 6.871 de 06/09, a cerveja é uma bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro originado a partir do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo (BRASIL, 2009).

3.2. História da cerveja

Uma das atividades mais antigas do homem que se tem registro são a produção e o consumo de bebidas alcoólicas. Estima-se que por volta de 8.000 anos a.C., a cerveja passou a ser fabricada nas antigas civilizações da Suméria, Babilônia e Egito. Com o passar do tempo e com a expansão dos impérios gregos e romanos, a cerveja foi difundida por toda a região da Europa e posteriormente foi dominada a arte de fabricar cerveja pelos bárbaros com a conquista do império romano (VENTURINE; CEREDA, 2001; VENTURINE, 2005).

Na idade média o lúpulo foi introduzido como matéria-prima na fabricação da cerveja. Os povos germânicos foram os primeiros a utilizar esta flor e, com o tempo se aperfeiçoaram e se destacaram na produção de cerveja (AQUARONE, 2001). Na época não havia regulamentação sobre a produção desta bebida, mas em 1516 o Duque Guilherme IV da Baviera criou a lei *Reinheitsgebot*, que ficou conhecido como a “lei de pureza alemã”. Ela regulamentava que a cerveja só poderia ter três ingredientes: água, lúpulo e cevada (EISENBahn). A utilização do lúpulo se difundiu pelo mundo todo e hoje ele é um elemento essencial na fabricação de cerveja, sendo importante na caracterização do sabor e aroma da bebida, mas também tem a propriedade de conservar a cerveja, já que tem ação antisséptica (AQUARONE, 2001).

No Brasil a cerveja foi introduzida por meio da família real em 1808, pois o Reinão podia ficar sem sua bebida predileta. Apenas em 1836 foi noticiado o primeiro registro de fábrica de cervejas no país, no Rio de Janeiro foi produzida a cerveja brasileira chamada de Brahma, e em 1891 em São Paulo a Antarctica (AGUARONE, 2001). Desde então, nossa cultura desenvolveu fortes laços com o consumo da

“loira gelada”, conceito introduzido pelo clima tropical de nosso país, que favorece, e muito, o drinkability da bebida.

Durante muitos anos, a discussão no mercado brasileiro ficou restrita a produtos relativamente similares. A verdade é que a variável de maior relevância para a escolha do produto pelo consumidor brasileiro sempre foi o branding, ou seja, a apresentação do produto ao consumidor final, por meio de rótulos, propagandas na televisão e patrocínios em eventos. Diante do crescimento da renda real e da maior abertura comercial do país, o brasileiro passou a buscar diversidade, e, principalmente, qualidade, em suas escolhas de consumo, o que não é diferente para cerveja (VENTURINE, 2005).

3.1. Matéria prima

3.1.1. Água

Mais de 90% da composição da cerveja pronta é constituída de água, cuja qualidade e características são extremamente importantes para a qualidade final da cerveja, que deve satisfazer os requisitos gerais de água potável. Cervejas do tipo Pilsen necessitam de água pobre em magnésio e cálcio, na forma de cloretos, sulfatos ou bicarbonatos (VENTURINI FILHO, 2010).

Deve-se ter em mente que os padrões físico-químicos ideais da água para a fabricação da cerveja é muito importante, pois uma alteração pode fazer com que a bebida não se enquadre depois nos padrões de qualidade exigidos pelo órgão público. Para atingir esse resultado é necessário realizar tratamento na água antes de sua utilização para a produção de cerveja (MADRID et al. 1996).

Na Tabela 1 se encontra os requisitos básicos da composição da água para a produção de cerveja:

Tabela 1: Parâmetros da água de boa qualidade para produção de cerveja.

Parâmetro	Unidade	Especificação
pH	pH	6,5 – 8,0
Matéria orgânica	(mg O ₂ cons./l)	0 - 0,8
Sólidos dissolvidos totais	(mg/l)	50 - 150
Dureza total	(mg CaCO ₃ /l)	18,0 - 79,0

Alcalinidade	(mg CaCO ₃ /l)	0,8 - 25,0
Sulfatos	(mg SO ₄ /l)	1 - 30
Cloretos	(mg Cl/l)	1 - 20
Sílica	(mg SiO ₂ /l)	1 - 15
Cálcio	(mg Ca ²⁺ /l)	5 - 22,0
Magnésio	(mg Mg ²⁺ /l)	1 - 6

Imagem disponível em: <http://www.cervesia.com.br/agua.html>

3.1.2. Malte de cevada

O malte é definido como a matéria prima resultante da germinação de qualquer cereal sob temperatura controlada. Quando não há denominação da origem do malte, subentende-se que é feito de cevada, em qualquer outro caso, acrescenta-se o nome do cereal utilizado na fabricação. Assim, tem-se malte de milho, trigo, centeio, aveia e de outros cereais(JORGE, 2004).

O malte mais usado para a fabricação de cerveja é o malte de cevada (Figura 2). Esta preferência deve-se a uma série de fatores, dentre eles está o fato da cevada ser rica em amido, convertido em açúcares, tais como a maltose e a glicose, e possuir proteínas em quantidade suficiente para fornecer os aminoácidos necessários para o crescimento da levedura (OLIVEIRA, 2011).

Figura 2: Malte de Cevada



Fonte: Precioso, 2011

Segundo Mega, Neves e Andrade (2011), a cevada é uma planta da família das gramíneas, nativa de climas temperados. O grão da cevada é constituído de três partes principais:

- Endosperma, que é constituído basicamente de amido de reserva, além de outros carboidratos, como a sacarose;
- Casca, que protege o grão contra influências atmosféricas danosas e possibilita a formação de uma camada filtrante durante a clarificação do mosto;
- Embrião, que sob condições adequadas germina formando o folículo e a raiz, iniciando o processo de transformação no endosperma e ativando enzimas, que são de grande importância na elaboração do mosto (VENTURINI, 2005).

A classificação do malte é de acordo com suas características:

- ✓ Malte *lagerou pilsen*: o malte cozido à baixa temperatura, possui um leve sabor de cereal. É a variedade com coloração mais clara e é utilizada na fabricação de *lager, pilsen e ale* claros.
- ✓ Malte *pale ale*: característico de cervejas inglesas, se comparado a *lager*, é cozido a uma temperatura um pouco mais elevada e possui uma coloração mais escura.
- ✓ Malte de trigo: coloração mais clara e confere a cerveja uma espuma grossa e forte (LEVENTHAL, 1999).

3.1.3. Lúpulo

O lúpulo (*Humulus lupulus*) é uma planta da família das Cannabaceae, dióica, ou seja, produz flores masculinas e femininas em plantas diferentes. As flores são ordenadas em espigas que possuem resinas e óleos de substâncias amargas e aromáticas, que dá o amargor e aroma característico da cerveja. Na fabricação de cerveja utilizam-se as flores femininas, estas contêm a lupulina, substância essencial na produção de cerveja (OLIVEIRA, 2011). A comercialização do lúpulo pode ser feita na forma de flores prensadas, pó, extrato, e na forma de “pellets”. Feitos a partir das flores femininas não polinizadas que têm maior concentração de substâncias aromáticas (SACHS, 2001).

Figura 2: Flor do Lúpulo



Fonte: Brenson, C. 2010

A tabela 2 representa a composição química do lúpulo na sua forma natural.

Tabela 2: Composição química do lúpulo natural

Componente	Quantidade (%)
Resinas Amargas Totais	12 – 22
Proteínas	13 – 18
Celulose	10 – 17
Polifenóis	4 – 14
Umidade	10 – 12
Sais minerais	7 – 10
Açúcares	2 – 4
Lipídios	2,5 - 3,0
Óleos essenciais	0,5 - 2,0
Aminoácidos	0,1 - 0,2

Fonte: SILVA, 2005

Os componentes do lúpulo, um dos ingredientes principais para o processo cervejeiro, possibilita ao produto final, características sensoriais, como o amargor e aroma. Também auxilia na coagulação das proteínas de alto peso molecular, presentes no mosto, o que beneficia a estabilidade da cerveja (JAY, 2005).

3.1.4. Levedura

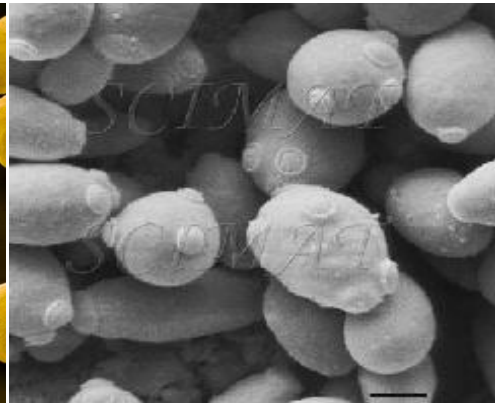
As leveduras são fungos unicelulares, crescem e se reproduzem mais rapidamente que os bolores, são bem maiores do que a maioria das bactérias, não fazem fotossíntese e não formam um grupo taxonômico. Existem cerca de 600 espécies descritas, agrupadas em 80 gêneros.

As leveduras mais utilizadas na indústria cervejeira são as *Saccharomyces cerevisiae* (Fig. 3) e *Saccharomyces uvarum* (Fig. 4). A *S. cerevisiae* é utilizada na produção de cervejas de alta fermentação, elas atuam na superfície do mosto por ser uma levedura de alta atividade fermentativa, mas não consomem todo o açúcar contido no mosto, por esse motivo a cerveja *Ale* tem um sabor frutado, complexo e doce. A *S. uvarum* é mais utilizada na fabricação de cervejas de baixa fermentação, pois ela é capaz de flocular no final da fermentação, se depositando no fundo do tanque, atua de maneira mais lenta provocando uma fermentação menos densa e mais eficaz, o que leva a formação de uma cerveja mais límpida e de sabor seco (VICENTE, 2003)

Figura 4: *S. cerevisiae* Figura 4: *S. uvarum*



Fonte: CORBISIMAGES (2014)



Fonte: CERVEJASDOMUNDO (2014)

Segundo Leventhal (1999), pelo fato das leveduras não serem perceptíveis a olho nu, por séculos não se sabia sua existência. A mistura composta por água e malte era deixada em cubas e barris, e deixada para fermentar ao ar livre, espontaneamente, a fermentação era ocasionado por leveduras selvagens. Por isso, esse processo era considerado mágico. Atualmente poucos cervejeiros utilizam esse processo de fermentação por leveduras selvagens, esse processo de fermentação por levedura selvagem produz a cerveja do tipo *lambic*.

A descoberta da levedura ocorreu no final do século XIX, por Louis Pasteur, que fez um estudo específico sobre a atuação fermentativa das leveduras em cerveja. Além disso, foi nessa época em que se descobriu a rota metabólica da glicólise, sendo fundamental para compreensão do processo fermentativo (VARNAN e SUTHERLAND, 1997).

A *Saccharomyces* é capaz de fermentar um grande número de açúcares diferentes, tais como sacarose, glicose, frutose, galactose, manose, maltose e maltotriose (VARNAN e SUTHERLAND, 1997).

Somente a glicose e frutose, serão diretamente fermentadas pelas leveduras, dextrinas e polissacarídeos, não são fermentados por leveduras. Os demais carboidratos necessitam de uma ação enzimática para serem assimilados pela levedura. No caso da sacarose, é dissociada em glicose e frutose, pela invertase fora da célula da levedura, sendo depois difundida para dentro da levedura e metabolizada. Já a maltotriose e a maltose, que possuem mais de uma unidade de glicose, são levadas para o interior da levedura pela enzima permease, os quais se transformam em glicose por outra enzima conhecida como a maltase (REINOLD, 1997).

3.1.5 Adjuntos e especiarias

Adjuntos são itens diversos que são adicionados à cerveja pelos mais diversos motivos. Podem ser usados para modificar o sabor, odor, cor, características da água e até mesmo em alguns casos barateá-la.

Especiarias são adjuntos que se coloca na cerveja para dar características especiais à sua cerveja. Alguns aromas e sabores podem ser realçados ou até mesmo implementados na cerveja com o acréscimo de especiarias, como chocolate, semente de coentro, favas de baunilha, mel, cravo, canela: coentro, cominho, pimenta, raspa de casca de laranja, chips de madeira (VENTURINE, 2005).

3.2. Classificação da cerveja

De acordo com o decreto nº 6.871,4 de junho de 2009, as cervejas são classificadas em:

3.2.1. Quanto ao extrato primitivo:

- Cerveja leve: Cerveja com extrato primitivo maior ou igual a 5% em peso e menor que 10,5% em peso, podendo denominar-se cerveja light, cerveja leve que cumpra os seguintes requisitos:

1. Redução de 25% do conteúdo de nutrientes ou do valor energético com relação a uma cerveja similar do mesmo fabricante, ou do valor médio do conteúdo de três cervejas similares conhecidas e que sejam produzidas na região;

2. O valor energético da cerveja pronta para o consumo deve ser no máximo de 35Kcal por 100 mililitros.

- Cerveja comum: Cerveja com extrato primitivo maior ou igual a 10,5% em peso e menor que 12% em peso;
- Cerveja extra: Cerveja com extrato primitivo maior ou igual a 12% em peso e menor ou igual a 14% em peso;
- Cerveja forte: Cerveja com extrato primitivo maior que 14% em peso.

3.2.2. Quanto à cor:

- Cerveja clara: apresenta cor correspondente a menos de vinte unidades EBC (EuropeanBreweryConvention);
- Cerveja escura: apresenta cor correspondente a vinte ou mais unidades EBC (EuropeanBreweryConvention);
- Cerveja colorida: pela ação de corantes naturais, apresentar coloração diferente das definidas no padrão EBC (EuropeanBreweryConvention).

3.2.3. Quanto ao teor alcoólico:

- Cerveja sem álcool: quando seu conteúdo em álcool for menor ou igual a 0,5% em volume, não sendo obrigatória a declaração no rótulo do conteúdo alcoólico;
- Cerveja com álcool: quando seu conteúdo em álcool for superior a 0,5% em volume, devendo obrigatoriamente constar no rótulo o percentual de álcool em volume.

3.2.3. Quanto à proporção de malte de cevada:

- Cerveja de puro malte: aquela que possuir 100% cento de malte de cevada, em peso, sobre o extrato primitivo, como fonte de açúcares;

- Cerveja: aquela que possuir proporção de malte de cevada maior ou igual a 55% em peso, sobre o extrato primitivo, como fonte de açúcares;
- Cerveja de (nome do vegetal predominante), aquela que possuir proporção de malte de cevada maior que 20% e menor que 55% em peso, sobre o extrato primitivo, como fonte de açúcares.

3.4.5. Quanto à fermentação:

- Alta fermentação: fermentação onde se utiliza a levedura *Saccharomyces cerevisiae*. Ao final da fermentação forma-se uma camada espessa de fermento sobrenadante na superfície do líquido.
- Baixa fermentação: fermentação onde se utiliza a levedura *Saccharomyces uvarum*, levedura que no final do processo sedimenta totalmente no fundo do tanque.

3.3. Tipos de cervejas

Atualmente estima-se existir mais de 20 mil tipos de cerveja, as quais se diferenciam pelo uso de matéria prima, além de variações durante o processo, como: tempo e temperatura de cozimento, fermentação e maturação (SOARES, 2011).

As cervejas são definidas de acordo com o tipo de fermentação, que são as *Ale* e as *Lager*.

A cerveja da família *Ale*, são fermentadas pela levedura *Saccharomyces cerevisiae*, e possuem diversas origens como Inglesas (Bitter, Pale Ale, Porter), Irlandesa (Stout), Alemãs (Weizebier, Altbier, Kolsch) e a belga (Trappiste) (VENTURINI; CEREDA, 2001)

A família *Lager* se origina de acordo com sua fermentação, por se de baixa fermentação a *Lager* utiliza a *Saccharomyces uvarum* no seu processo. São originárias da Alemanha (Munchen, Bock, Malzbier, e Rauchbier) e República Tcheca (Pilsener ou Pilsen). Além dessas cervejas, existe a belga (Lambic, Gueuze), que são de fermentação espontânea por leveduras selvagens (REINOLD, 2011; VENTURINI; CEREDA, 2001).

A relação dos tipos de cerveja de acordo com a legislação brasileira é: Pilsen, Export, LagerDortmunder, Munchen, Bock, Malzbier, Ale, Stout, Poter, Weissbier (TSCHOPE, 2001; VENTURINI, 2005).

3.3.1. *Pilsen*

O nome *Pilsen* é oriundo da cidade de Plzen (região da boêmia), produzida inicialmente em 1842, na atual República Tcheca. A cerveja Pilsen faz parte do grupo das *lager*, obtida por fermentação do tipo baixa (SETOR1, 2010). É a cerveja mais produzida e consumida entre os brasileiros, por ser leve, clara, límpida (Figura 5), e baixo teor alcoólico (SINDICERV).

Figura 5



Fonte: PUROMALTE (2014)

3.3.2. *Pale Ale*

O termo *pale*, em inglês, significa “pálido”, “sem cor”. A cerveja *pale ale* é mais clara do que as outras *ale* (Figura 6). O estilo dessa cerveja tem variadas cores que vai do marrom-avermelhado ao escuro. Por sua vez, tem uma cor de palha, beirando odourado, um pouco mais escura que a Pilsen, porém muito mais pálida que uma *Red Ale* (figura 7). Apresentam-se em uma variedade muito grande. São ricas em aromas, e geralmente um pouco mais encorpadas, amargas e aromáticas que a Pilsen. São muito comuns nos países de cultura Inglesa, além da própria Inglaterra (BJCP, 2008). São de alta fermentação, com levedura trabalhando em torno de 20°C, durante um período de tempo de 3 a 5 dias (SETOR1, 2010).

Figura 6 Figura 7



Fonte: LITTLECREATURES(2014)Fonte:HOME BREWING (2014)

3.3.3. *Weissbier (Trigo)*

É uma cerveja que usa como malte principal o trigo. A Cerveja *Weissbier* é de alta fermentação, de boa aceitação no Brasil por se tratar de um estilo de cervejas claras de coloração dourado-escuros, encorpada, levemente turva (pois normalmente não é filtrada, para manter sua característica rústica), refrescante e de espuma cremosa (figura 8). São pobres em lúpulos, para valorizar as características do sabor do trigo. Sua maturação é rápida, e apresenta aromas de banana. Geralmente não envelhecem, e perdem a qualidade mais rapidamente (BJCP, 2008).

Figura 8



Fonte: BAYERN(2014)

3.3.4. Bock

A *Bock* (Figura 9) é uma cerveja escura Alemã, de sabor meio adocicado, e alto teor alcoólico. Uma variedade conhecida como Doppelbock (bock duplo) tem graduação alcoólica de até 7,5°GL. E outra de até 14°GL, a Eisbock. Essas cervejas são congeladas e depois o gelo é removido, aumentando a graduação alcoólica(MEGA, 2011).

Figura 9



Fonte:BEERARCHITECTURE(2014)

3.3.5. Stout

A cerveja *Stout*(Figura 10) é de alta fermentação possui diferentes variedades, são originarias da Grã-Bretanha. O malte utilizado para a sua produção é altamente tostado, possibilitando uma cor mais escura, com cerca de 200 EBC. Essa cerveja pode ou não ser adocicada por adjuntos e conter amargor variável. A mais conhecida é a *Guinness*, fabricada na cidade de Dublin, na Irlanda (VENTURINI; CEREDA, 2001).

Figura 10



Fonte:GENIUS.GUINNESS (2014)

3.4. Processos para a produção de cerveja

O procedimento de produção da cerveja de uma maneira geral pode ser descrita segundo em quatro estágios:

- 1- Maltagem (baseado na germinação da cevada).
- 2- Produção do mosto (trituração, extração e hidrólise dos compostos do malte com o uso de adjuntos do malte ou não).
- 3- Fermentação
- 4- Processo contínuo (filtração, estabilização (maturação), envase, pasteurização)

Figura 11: Fluxograma da produção de cerveja



Fonte: ALVES, 2014

3.4.1. Moagem

O principal objetivo da moagem do malte é produzir a desintegração completa do endosperma por trituração, para que todos os seus elementos constituintes estejam acessíveis à atuação da ação enzimática. Ela favorece o contato do malte com a água e faz com que as enzimas ativadas na malteação entrem em ação, dissolvendo os elementos solúveis que o compõem. Além disto, a moagem também

facilita a dissolução do malte na água e prepara a camada filtrante do mosto. A moagem se processa em moinhos apropriados de cilindros múltiplos, capazes de triturar o malte sem moê-lo completamente. A moagem do malte não deve ser muito fina a ponto de tornar lenta a filtração do mosto ou, ao contrário, muito grossa, o que dificultaria a hidrólise do amido (MONTEIRO, 2001).

3.4.2. Mosturação

Na mosturação ocorre a mistura do malte moído com água em temperaturas controladas, a fim de solubilizar as substâncias do malte diretamente solúveis em água, e proporcionar temperaturas ótimas para a ação das enzimas do malte. Este procedimento tem como objetivo, promover a gomificação e posterior hidrólise do amido a açúcares. O pH e a temperatura interagem para controlar a degradação do amido e das proteínas. O produto final da mosturação é denominado mosto (VENTURINI, 2005).

O mosto deve ser uma solução completa e equilibrada de carboidratos fermentáveis, aminoácidos e minerais, que serve como fonte de nutrientes para as leveduras durante a produção de etanol (VARNAN e SUTHERLAND, 1997).

Na tabela são dados alguns sólidos QUE DEVEM ESTAR contidos E A PROPORÇÃO IDEAL no mosto.

Tabela 3: Composição média dos principais compostos sólidos do mosto.

SÓLIDOS	%
Carboidratos	90,8 a 92
Compostos nitrogenados (N*6,5)	3,8 a 6,0
Sais minerais	1,5 a 2,0
Ácidos livres (expressos em ácido láctico)	0,5 a 1.0
Substâncias fenólicas	0,1 a 0,2
Extratos e óleos do lúpulo	0,05 a 0,1
Lipídios	0,03 a 0,06

Fonte: (MONTEIRO, 2001)

As principais enzimas que são ativadas no processo de mosturação do malte são as amilases que tem por função quebrar o amido em moléculas menores sendo estes açúcares os nutrientes da levedura no processo fermentativo, as proteases que tem por função quebrar as proteínas, e as glucanases que tem a função de quebrar moléculas de glucanos que conferem rigidez do amido (MONTEIRO, 2001).

Essas enzimas necessitam de alguns parâmetros para sua atuação, dentre eles os mais importantes são a temperatura e o pH da mostura. A tabela 4 mostra a temperatura e o pH ideal para a atividade enzimática (MONTEIRO, 2001).

Tabela 4: Temperatura e pH ótimos para ativação de algumas enzimas do mosto cervejeiro.

Enzimas	Temperatura ótima	pH
Glucanases	35 – 45°C	5,0
Proteases	45 – 55°C	5,2 – 8,2
b-amilase	60 – 65°C	5,4 – 5,6
a-amilase	270 – 75°C	5,6 – 5,8

Fonte: MONTEIRO (2001).

3.4.3. Filtração da mostura.

A filtração da mostura é realizada em um recipiente denominado tina de filtração. Esta etapa da fabricação tem como objetivo a separação da fase sólida da fase líquida do mosto, e divide-se em duas fases: filtração do mosto primário e obtenção do mosto secundário (KUCK, 2008).

Na primeira filtragem o líquido passa através da camada de cascas do malte depositadas no fundo da tina, formando assim uma camada filtrante, constituindo o mosto primário. Na segunda a camada de cascas que se encontra na tina de mosturação, é então lavada com água por uma ou mais vezes, para recuperar a maior parte do extrato líquido que fica retido no bagaço após a filtração (KUCK, 2008).

O bagaço que resta após a extração do mosto é rico em proteínas, sais minerais, celulose, etc., e certos açúcares. Tornando-se uma ótima alternativa de alimentação para animais. Uma unidade forrageira de bagaço de malte leva à produção de mais leite do que uma unidade forrageira de outros alimentos como, por exemplo, o feno. Estudos com o bagaço de cevada cervejeira comprovam o seu

potencial, e que apesar do baixo teor de matéria seca, apresentam resultados acima do esperado na alimentação de animais. (VIEIRA & BRAZ, 2009).

3.4.4. Cozimento do mosto

Depois de filtrado, o mosto é encaminhado para uma tina de fervura, iniciando assim a sua fervura a aproximadamente 100°C, o qual permitira a inativação enzimática e a evaporação da água. Além destas transformações, a adição do lúpulo junto com os componentes do mosto, em altas temperaturas, favorece a obtenção de aroma, sabor, cor e esterilidade microbiológica da cerveja (JAY, 2005).

Segundo Cruz et. al (2008), os principais objetivos da fervura são:

- Estabilização biológica – o mosto é um meio ótimo para o desenvolvimento de microrganismos que possam contaminar a produção nas operações anteriores, por isso na fervura é visada a esterilização;
- Estabilização bioquímica - as enzimas que se mantiveram ativas são inativadas;
- Estabilização físico-química - as proteínas de maior cadeia são desnaturadas, floculando, precipitando e, com elas, acabam decantando, também, polifenóis, taninos e outras substâncias que serão retiradas posteriormente;
- Extração e transformação dos componentes do lúpulo - pela fervura o amargor e aromas do lúpulo são extraídos;
- Concentração do mosto - na filtração do mosto é usada água para extrair o extrato residual do bagaço. Com a fervura faz-se a evaporação do excesso de água usada, deixando o mosto na densidade desejada;

3.4.5. Decantação

Após a fervura do mosto, é necessário retirar o “trub”, o qual é composto pelo bagaço do lúpulo, polifenóis e minerais. Esses são retirados pelo processo de decantação e posterior filtração no Whirlpool (VENTURINI; CEREDA, 2001).

Se não ocorresse a separação do “trub”, a cerveja absorveria características desagradáveis a seu aspecto sensorial, adquirindo um amargor não esperado, com coloração escura, além da desestabilização da espuma (BAMFORTH, 2005).

3.4.6. Resfriamento e aeração

O principal intuito do resfriamento e a aeração do mosto é a inoculação das leveduras, que irão fermentar o extrato para a elaboração da cerveja. A temperatura depende do tipo de cerveja que se deseja obter, estando diretamente com o tipo de fermentação. Em relação a aeração, este processo é fundamental para a fabricação de cerveja, pois trazem consequências diretas nos processos finais da cerveja. Por isso deve-se fazer uma aeração adequada de modo a facilitar a ação das leveduras e a retirada de compostos do mosto que provocariam turbidez na cerveja (VENTURINI, 2005).

Aeração disponibiliza oxigênio para a levedura, que em pouco tempo ao ser consumido, promove a produção de ácidos carboxílicos insaturados e esteróis que são constituintes de suas membranas. O oxigênio deve ser adicionado ao mosto quando este estiver com temperaturas mais baixas, para evitar um escurecimento causado por reação de Milhard (VENTURINI, 2005).

3.4.7. Tratamento da levedura

A adaptação da levedura para a fermentação deve partir de um cultivo base, em que consiste em aumentar progressivamente o volume do mosto, para que haja uma adaptação melhor da levedura no mosto, além de facilitar o seu desenvolvimento, verificado pelo aumento de células (VENTURINI; CEREDA, 2001).

A levedura a ser utilizada deve ser inoculada a uma solução de 100mL do mosto, depois de certo tempo fermentando, este passa para um recipiente de 1000mL de mosto (inoculo). Após ter passado o tempo de crescimento da levedura, o mesmo é inoculado ao mosto principal nos tanques de fermentação. Esse processo serve tanto para as leveduras de fermentação alta, quanto para as de fermentação baixa (JACKSON, 2007).

3.4.8. Fermentação

A fermentação é o processo de transformação de açúcares fermentáveis do mosto em álcool, calor, gás carbônico, alguns ésteres, ácidos e alcoóis superiores. Este processo se dá através de uma sequência de reações químicas que ocorrem

dentro das células das leveduras. Pode-se dizer que o metabolismo das leveduras tem duas vias distintas: a via aeróbia que ocorre na presença de oxigênio, e a via anaeróbia ausência de oxigênio. A principal via metabólica é a anaeróbica (MENDES, 2004).

O inóculo preparado com uma concentração de células de 10^6 a 10^8 /mL, que equivale a 77 g de levedura (matéria seca) em 100 L de mosto, é adicionado nas dornas. Após algumas horas começa a aparecer uma fina espuma branca; na fase mais tumultuada fermentação, a temperatura atinge 15° C e a velocidade da fermentação é fundamental para a boa qualidade do produto. O mosto é então transferido para a dorna fechada, com serpentinas para resfriamento, do tipo "out door", O pH cai de 5,2 para 3,8, nas primeiras fases da fermentação e é favorável ao desenvolvimento da levedura (OETTERER, 2004). Durante a fermentação, ocorre a utilização do açúcar pelas leveduras e produção de CO_2 e álcool. Assim temos: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \longrightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2$ (Figura 12).

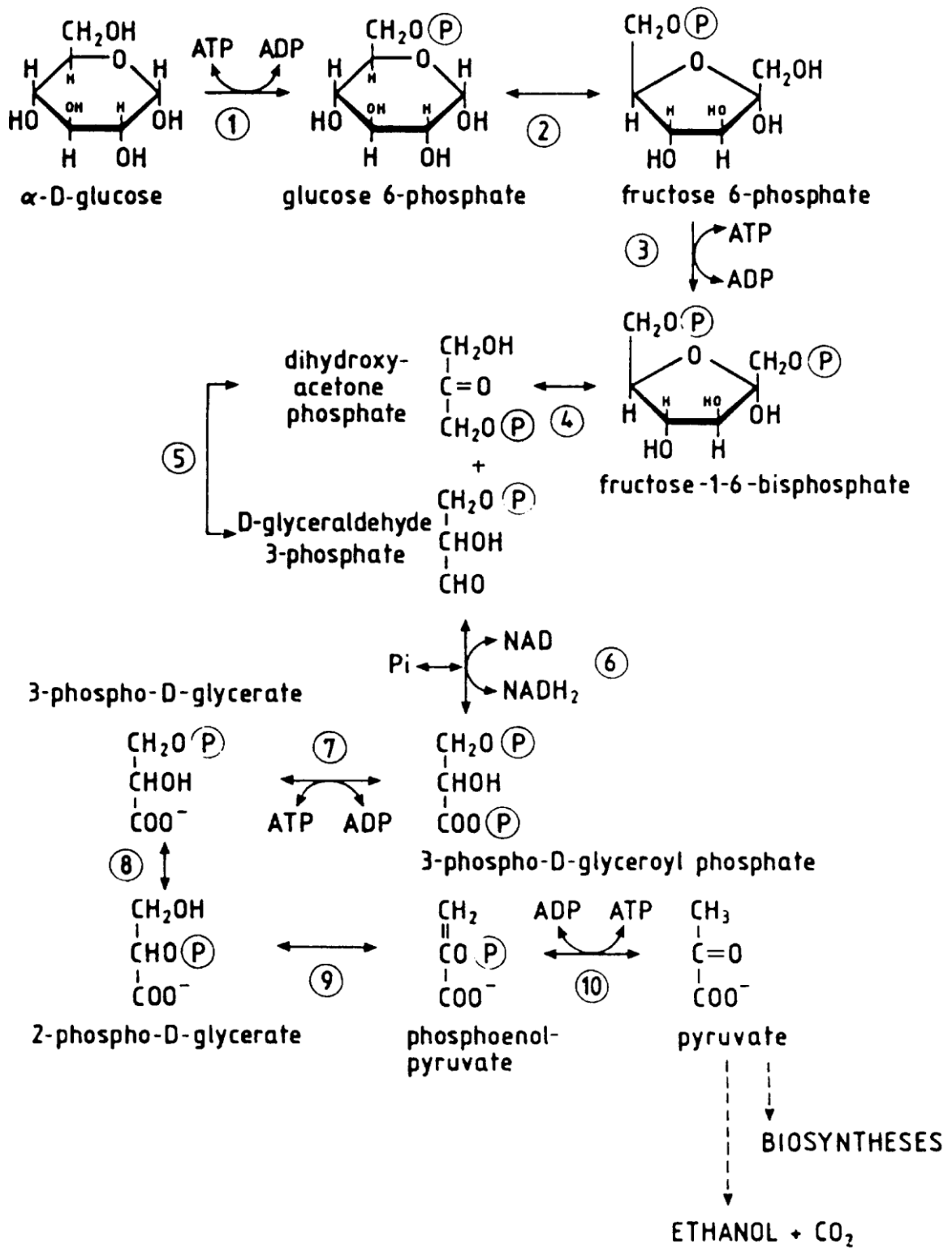


Figura 12 – Produção de álcool pelas leveduras, a partir do açúcar fermentescível.

3.4.9. Envase

A cerveja deve ser armazenada em garrafas e passar pelo processo de maturação, esse método geralmente é utilizado na produção de cervejas artesanais. É nesse processo que é retirado as leveduras do fermentado, pois a levedura em excesso poderá alterar as características organolépticas da cerveja no processo de maturação. Antes disso, deve ser feita a pasteurização dos vasilhames, com o objetivo de estabilizar e conservar a cerveja, através da destruição dos microrganismos pelo calor (KUCK, 2008).

3.4.10 . Maturação

Consiste em continuar o processo de fermentação da cerveja “verde”, onde ainda existem leveduras em suspensão e certa quantidade de substâncias fermentescíveis. Também chamado de fermentação secundária, a maturação é um repouso prolongado com uma lenta fermentação da cerveja, onde os seguintes processos ocorrem: saturação com CO₂, clarificação e amadurecimento dos componentes de sabor e aroma. Essa fase é fundamental para sedimentação de substâncias, durante este período que pode dias ou até meses, dependendo do tipo de cerveja. Durante o processo de maturação, são formados mais ésteres e alcoóis alifáticos superiores, como aqueles formados durante a fermentação principal. Cerca de 10% do total de ésteres da cerveja são formados durante a maturação. Ocorrem também a redução dos teores de compostos sulfídricos, como o diacetil, acetaldeído e ácido sulfídrico. Ocorre uma atenuação no amargor do lúpulo e é estabelecido o sabor final da cerveja (VENTURINI, 2005).

A cerveja ale passa por um período de maturação de poucos dias, geralmente menos de um mês. A ale forte pode precisar de um período de maturação de até um ano. A lagem precisa de mais tempo, que varia de um mês a um ano de maturação, para suavizar seu aroma e sabor. Entretanto, os processos industriais que produzem cerveja em longa escala reduzem esse processo em poucas semanas, controlando temperatura e pressão nas dornas de maturação (EVANGELISTA, 2012).

3.4.11. Pasteurização

A pasteurização é uma etapa optativa, sendo que a diferença do chope para a cerveja, é que a cerveja é pasteurizada, e o chope não. Normalmente, para cervejas

artesanal caseiras, não é feita a pasteurização, pois se quer manter o gosto original da cerveja, bem como as leveduras vivas para serem tomadas. Segundo CARVALHO (2007) a pasteurização pode ser por dois processos:

- Antes do envasamento: quando o líquido passa por placas do trocador de calor, e permanece por alguns segundos por 75°C. Nesse processo a cerveja perde muito CO₂, que deve ser repostado.
- Depois do envasamento, ou em túnel: consiste em passar as latas ou garrafas de cervejas por um túnel onde é borrifado vapor d'água no produto, fazendo-o aquecer até 70°C, e depois é borrifado água fria, fazendo o produto voltar a uma temperatura segura.

O objetivo da pasteurização é eliminar alguns microrganismos que, se presentes, podem prejudicar as características da cerveja. Assim, a pasteurização costuma ser realizada a temperaturas por volta de 70° (KUCK, 2008).

4. MATERIAIS E METODOS

4.1. Local e período da realização da pesquisa

A tecnologia da produção da cerveja foi realizada no laboratório do NUPEA (Núcleo de Pesquisa e Extensão em Alimentos), do Departamento de Química da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), em Campina Grande, PB, no período de janeiro a setembro de 2014.

4.2. Matéria prima

Para produzir a cerveja foram utilizadas as seguintes matérias-primas: malte Pilsen; lúpulo amargor; lúpulo aroma; água e açúcar.

Toda a matéria-prima utilizada foi adquirida da WE consultoria. A água utilizada no processo foi proveniente de osmose reversa, adquirida no laboratório de saneamento básico do CCT-UEPB. O açúcar adquirido em supermercados da cidade.

4.3. Agente fermentativo

Como agente fermentativo foi utilizada levedura cervejeira de baixa fermentação da espécie *Saccharomyces uvarum*.

4.4. Materiais utilizados:

Moinho de grãos, balança semi-analítica para pesagem dos ingredientes, fogão, panela de 40L com torneira inferior adaptada para mostura e fervura, escumadeira grande para agitação do mosto quando necessário, iodo para teste de conversão em açúcar, termômetro, peneira adaptada para filtragem, bomba hidráulica para filtragem, panela de 20L para transferência de mosto, chiller de cobre, pHmetro eletrônico de mesa, fermentador de plástico, tampinhas, garrafas de vidro âmbar e fixador de tampinhas.

4.5. Processo de fabricação da cerveja

4.5.1. Moagem do malte

O malte foi triturado a seco em moinho de grão, de forma a produzir a desintegração total do endosperma, para que todos os elementos constituintes estivessem acessíveis às ações enzimáticas.

4.5.2. Mosturação

A mosturação foi processada em um reator de alumínio com capacidade de processar 40L, provido de um agitador, e um controlador de temperatura. No aquecimento utilizou-se um fogão industrial e o processo utilizado foi o de infusão. Inicialmente trabalhou-se com a temperatura de 50°C durante 30 minutos na fase de repouso de peptonização, seguindo-se posteriormente a temperaturas 60°C por 30 minutos e 68°C por 60 minutos, para a completa hidrólise do amido e açúcares que foi acompanhado através de uma solução de iodo 1%.

4.5.3. Filtração

Foi realizada a 75°C, com o auxílio de uma peneira de aço inoxidável.

4.5.4. Cozimento do mosto

O cozimento do mosto foi realizado por um período de 1h com uma temperatura entre 100°C e 120°C. O lúpulo de amargor foi adicionado nos 15min iniciais da fervura e o lúpulo aromático aos 45min da fervura.

4.5.5. Decantação e filtração

O mosto foi decantado e resfriado com o auxílio de um chiller até a obtenção de uma temperatura de 40°C. Logo após foi iniciada a filtração do *trub* com coadores de algodão

4.5.6. Resfriamento e aeração

O mosto foi resfriado até uma temperatura de 25°C, posteriormente foi realizada a aeração com o auxílio de uma escumadeira por um período de 5 min.

4.5.7. Tratamento da levedura

Foram utilizadas 5g da levedura e hidratadas com 250mL de mostopora 5 min, posteriormente adicionada ao mostopora para dar inicio a sua fermentação.

4.5.8. Fermentação

O mosto foi fermentado por 48h a uma temperatura entre 28°C e 30°C em um reator com capacidade de 15L.

4.5.9. Envase

Realizado com garrafas âmbar de 600mL devidamente esterilizados em um autoclave e adicionado 3g de açúcar para o *priming*.

4.5.10. Maturação

Realizado em uma estufa isolada com temperatura de 8°C por um período de 15 dias.

4.6. Produção

As formulações utilizadas para a produção da cerveja, bem como todas as suas etapas de produção constam na tabela 5,

Tabela 5: Ingredientes e etapas para a produção da cerveja Pilsen.

Ingredientes	3,75Kg de malte Pilsen 11,4g de lúpulo amargor 15,75g de lúpulo aroma Levedura <i>S. uvarum</i> 15L de água 80g de açúcar
--------------	--

Inicialmente as garrafas foram lavadas e esterilizadas em autoclave a 121°C durante 15 minutos.

A cevada adquirida já maltada, foi pesada, moída, adicionada no reator de 40L com 10L de água e cozida, em um fogão industrial onde sua temperatura foi

controlada com o auxílio de um termômetro, foi realizado o teste do iodo para conferir se o amido estava mesmo sendo transformado em açúcar.

Após a mosturação, a mostura foi filtrada na peneira de aço inox, após observar que o mesmo estava clarificado, era transferido para panela de fervura de 20L. O bagaço de malte retido na peneira foi lavado quatro vezes, com água a 75°C para aproveitar todos os açúcares retidos. O tempo de fervura foi de 1 hora, aproximadamente. Quinze minutos após o início da ebulição foi colocado o lúpulo de amargor, e quinze minutos antes do final da ebulição foi colocado o lúpulo de aroma junto com o decantador de partículas (*whirlfloc*).

A panela de fervura foi retirada do calor, e o mosto foi imediatamente resfriado de 75°C, com um chiller de cobre de 3 metros preenchido por água corrente à temperatura ambiente. Após o resfriamento, foi feita a retirada do *trub* através de coadores de algodão. Após a filtração foi realizada a aeração com o auxílio de uma escumadeira, agitando o mosto por 5 minutos. O mosto purificado foi resfriado até a temperatura desejada para a fermentação. A levedura foi adicionada após hidratada em 250mL de mosto, e adicionada após 10 minutos.

A fermentação foi conduzida a temperatura de °C durante 48 horas. A cada 6 horas foram retiradas amostras para o acompanhamento da concentração de açúcares; teor alcoólico; concentração celular e pH.

Após o período de fermentação, a cerveja foi engarrafada em garrafas devido o âmbar previamente lavadas e esterilizadas em autoclave a 121° por 30 minutos. Foi adicionado à cerveja, antes do engarrafamento, o *priming* de açúcar invertido (glicose+frutose), para que ocorresse a formação de gás carbônico na garrafa.

Após o engarrafamento a cerveja foi maturada por um período de 15 dias, em estufa a 8°C. A cerveja não foi filtrada para manter sua característica artesanal.

4.7. Métodos analíticos

4.7.1. Concentração de açúcares

Determinada através da leitura direta no refratômetro digital

4.7.2. Teor alcoólico

Determinado através da leitura direta em ebuliômetro que mede a porcentagem alcoólica (°GL - Graus GayLussac).

4.7.3.Determinação da concentração celular

A concentração celular foi determinada pela contagem em placas (UCF/mL) do número de leveduras, empregando o meio Agar Batata Glicosado, incubados a 25°C por 72 horas.

4.7.4. Determinação do pH

O pH das amostras era medido para verificar sua variação ao longo do processo fermentativo medido diretamente no potenciômetro.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o intuito de alcançar o objetivo proposto neste trabalho, foi avaliado inicialmente um estudo de cada etapa do processo de produção de uma cerveja puro malte. Durante a pesquisa percebeu-se a importância do conhecimento das etapas de produção e da qualidade das matérias primas utilizadas.

Na Figura 13, estão representados os resultados relativos à produção da cerveja do consumo concentração de produto, concentração de substrato e formação de produto em função do tempo de fermentação.

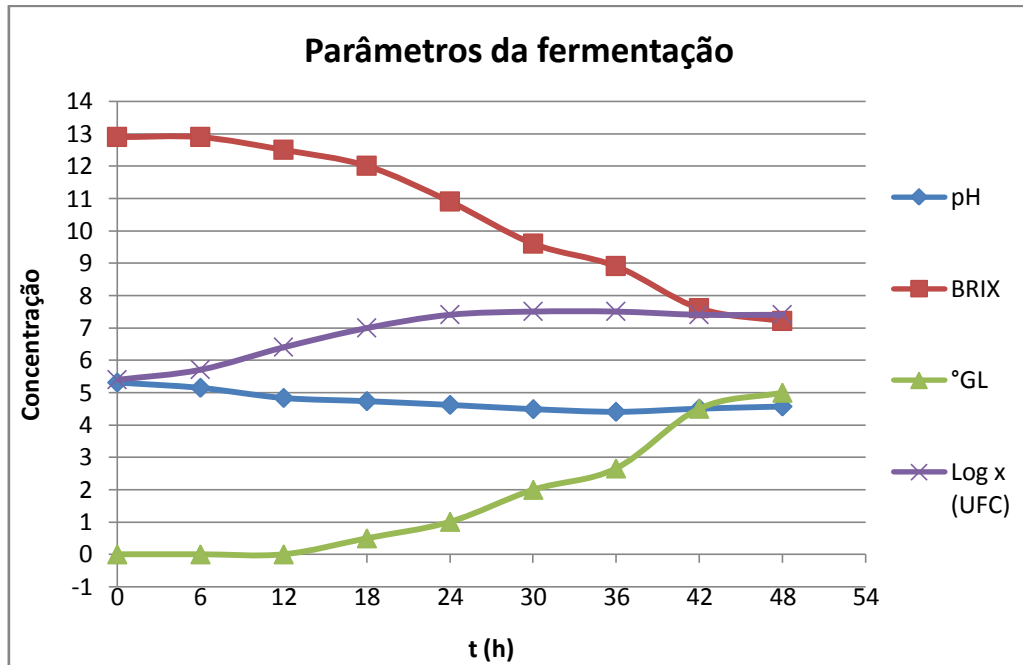


Figura 13: Concentração de açúcares (°Brix); teor alcoólico.

Com a obtenção dos resultados verificou-se que aumentou a concentração do produto à medida que o substrato foi sendo consumido, e o pH teve uma leve queda em relação ao pH inicial. As 10h iniciais do processo verifica-se que a fermentação acontecia de forma aeróbica, ou seja, não havia formação de álcool, cujo produto só é produzido em meio anaeróbico, com a redução do pH, reduziu a possibilidade de contaminação por outros microrganismos, favorecendo assim o seu processo de forma lenta, mas gradual.

Quanto ao monitoramento do pH, ao longo do processo registrou-se uma leve queda em relação ao pH inicial. A mesma observação foi registrada por (CERRI, 2012), registrando a diminuição do pH durante a fermentação. A queda de pH durante as primeiras fases da fermentação é um reflexo da atividade da levedura, que está absorvendo aminoácidos, acumulando íons, excretando gás carbônico no meio ou mesmo excretando H^+ durante a geração de produto.

Os resultados do Brix foram satisfatórios, pois o decaimento do mesmo é decorrente do consumo das leveduras gerando assim produto, com a queda na concentração do Brix verificou-se que a partir das 24h que o crescimento das leveduras começou a estacionar, dando início a sua fase estacionária, devido à concorrência de substrato e levedura, e conseqüentemente a influência da concentração de produto (álcool) no meio.

Com o aumento de produto o meio se tornou pouco favorecido para o crescimento das leveduras, constando que acima de 8°GL o meio torna-se impróprio para o crescimento da levedura. A cerveja produzida ficou com um teor alcoólico de 5,0°GL no final da fermentação

De acordo com os resultados obtidos, o acompanhamento da concentração de leveduras começou a ser inibida com o aumento do produto, à medida que as UFC (unidades formadoras de colônia), tiveram sua fase lag até às 6h iniciais do processo fermentativo, e sua fase log das 10h às 20h, onde, em seguida a fase estacionária a partir das 24h de fermentação, não foi possível verificar a fase de declínio das leveduras devido ao curto período de fermentação realizada.

6. CONCLUSÃO

Dentro das condições experimentais deste trabalho, pode-se concluir:

- O uso de cevada é um ingrediente marcante na produção de cerveja.
- Devido ao curto período de fermentação não foi possível verificar a curva de declínio das leveduras, necessitando-se assim de mais tempo de fermentação para tal medida.
 - Através das análises pode-se garantir a qualidade necessária para a elaboração do produto final.
 - Os açúcares são os elementos mais importantes do malte. São eles que vão ser transformadas em álcool pelas leveduras durante a fermentação alcoólica.
 - Para o teor alcoólico obteve-se um valor muito expressivo quando se comparado às cervejas produzidas no Brasil, no qual a variável de interação entre os fatores de efeito principal apresentou maior significância no processo.
 - A produção de cerveja, apesar de parecer simples, requer uma série de cuidados durante sua fabricação, a fim de garantir uma cerveja de qualidade que agrade o paladar do consumidor.
 - O Brasil possui hoje uma grande indústria cervejeira, ocupando um lugar de destaque na produção mundial da bebida, no entanto, a média de consumo de cerveja por habitante, ainda é pequena quando comparado ao consumo de países europeus, por exemplo.
 - Uma cerveja de qualidade exige uma manipulação rigorosa e um conhecimento elevado, para a garantia de um produto uniforme. Em meio a tanta tecnologia e sofisticação, os apreciadores buscam novos sabores por meio da fabricação da cerveja artesanal. Voltado para um público elitizado e que gosta de inovar e experimentar novos gostos, textura e aromas. Esse tema tem surgido há pouco tempo e vem ganhando um espaço muito significativo tanto para degustadores quanto para estudiosos do assunto.

7. REFERÊNCIAS

ALVES, Lindemberg Martins Ferreira. **Análise físico-química de cervejas tipo pilsen comercializadas em Campina Grande na Paraíba.** 2014.

AQUARONE, EUGÊNIO, ET AL. **Biotecnologia Industrial**– São Paulo. Editora Bucher, 2001, volume 4.

BAMFORTH, C. W. Beer: **Tapinto the art and Science of Brewing**, 2nd Ed. New York: Oxford University Press. 2003

BAMFORTH, C. W. Food, fermentation and micro-organisms. Black well Science Ltda Blackwell Publishing Company. 2005.

BAYERN, Russ. Disponível em: <http://www.bayern.by/russ>. Acesso em 30 de Novembro de 2014.

BEER JUDGE CERTIFICATION PROGRAM. **Style guidelines for beer, mead and cider.** 2008 edition. Disponível em: <www.bjcp.org>. Acesso em: 10 de novembro de 2014.

BRASIL. **Decreto nº 6.871**, de 04 de junho de 2009. Regulamentação da Lei Nº 8.918, de 14 de julho de 1994, sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de bebidas. Diário Oficial da União, Brasília, 04 de junho de 2009.

CERRI, Carla Fernanda Ferreira. **Utilização de arroz preto do tipo IAC-600(Oryza sativa) como adjunto para a produção de cerveja.** Lorena, USP, 2012.

CERVEJASDOMUNDO, Disponível em: <http://www.cervejasdomundo.com/Ingredientes2.htm>. Acesso em 30 de Novembro de 2014.

CORBISIMAGES, Disponível em: <http://www.corbisimages.com/stock-photo/rights-managed/42-29390408/yeast-saccharomyces-cerevisiae-budding-and-with-bud>. acesso em 30 de Novembro de 2014

GARCIA-CRUZ, C. H.; FOGGETTI, U.; DA SILVA, A. N. **Alginato bacteriano: aspectotecnológicos, características e produção**. Química Nova, São Paulo, v. 31, n. 7, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422008000700035&script=sci_arttext>. Acesso em: 20 de Novembro de 2014.

EISENBAHN. **Reinheitsgebot A Lei Alemã da Pureza de 1516**. Disponível em <https://eisenbahn.com.br/estacao/mundo_lei.php?rolagemIE=&PHPSESSID=e60feb1f277250cb8a262c1705f9191b>. Acesso em 11 de Outubro de 2014.

EVANGELISTA, R. R. **Análise do processo de fabricação industrial de cerveja**. São Paulo: Fatec Araçatuba, 2012, 50 p.

GENIUS, GUINNESS. SippingGuinnessStout. Disponível em: <http://genius.com/854034/Showbiz-and-ag-still-diggin/Sipping-on-a-guinness-stout-yo-im-out>. Acesso em 30 de Novembro de 2014.

HOME BREWING, Red Ale Style. Disponível em: <http://drinks.seriousseats.com/2011/04/homebrewing-red-ale-style-how-to-brew.html>. acesso em 20 de novembro de 2014.

JACKSON, M. **Cerveja**. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora Zahar. 2007.

JAY, J. M. Microbiologia de alimentos. 6 ed. Porto Alegre: Artmed. 2005.

JORGE, E. P. M. **Processamento de cerveja sem álcool**. Goiás, UCG, 2004. 72 p.

KUCK, L. S. Cerveja: Sabor e Aroma. Rio Grande do Sul, UFPel, 2008. 46 p

KUNZE, W. **Technology brewing and malting**. Berlim: Research and teaching institute of brewing VLB, 1996.

LAUX, U. A. Matérias-primas dos alimentos. 1 ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 2010

LEVENTHAL, J. **Amantes de lacerveja**. Bonner: Könenmann, 1999. 194p.

LITTLE CREATURES, Pale Ale. Disponível em: <https://littlecreatures.com.au/shop/4-pale-ale-330ml-glass>. Acesso em 30 de Novembro de 2014.

MADRID, A.; Cenzano, I. e Vicente, J. M. **Manual de Indústrias de alimentos**. São Paulo: Varela, 1996. 599p.

MENDES DIAS, A. da (Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis,SC).
Processamento de cerveja.

MEGA F. J.; NEVES E.; ANDRADE C. J. **A Produção da Cerveja no Brasil**.
Ciência, Tecnologia, Inovação e Oportunidade, vol1, nº 1. Barra do Bugres 2011.

MONTEIRO, A. **Curso Operador Cervejeiro**. Companhia Brasileira de
Bebidas. Goiânia. 2001 155Pp.

OETTERER, Marília. Tecnologia de obtenção da cerveja. **Departamento de
Agroindústria, Alimentos e Nutrição, USP**, 2004.

OLIVEIRA, N. A. M. **Leveduras utilizadas no processo de fabricação da cerveja**.
Minas Gerais, UFMG, 2011. 44p.

PUROMALTE, Copo BierlandPilsen. Disponível em:
<http://www.puromalte.com.br/eloja/products/Copo-Bierland-Pilsen-.html>. Acesso em
30 de Novembro de 2014

REINOLD, M. R. Elaboração do mosto: *Curso intensivo para cervejeiros práticos*.
1990.

REINOLD, M. R. **Manual Prático de Cervejaria**. 1.ed. São Paulo: Aden Editora,
1997. 213p.

REINOLD, **O mercado cervejeiro brasileiro atual potencial de crescimento**.
Revista Indústria de Bebidas: Fc Santos, 2011, Ano 10, Nº 57. 2011d.

RIBEIRO, C. A. F.; HORII, J. **Potencialidades de linhagens de levedura
Saccharomyces cerevisiae para a fermentação do caldo de cana**. Ciências e
Tecnologia dos Alimentos, v. 56, n. 2, 1999.

SANTARNECH D. G. **Novos desafios e expectativa positiva**. **Revista Industrial
de Bebidas**: Fc Santos, 2011, Ano 10, Anuário. 2011..

SACHS, L. G. **Cerveja**. Paraná, FFALM, 2001. 24 p.

SETOR1. **Tipos de Cerveja.** 2010. Disponível em: <http://www.setor1.com.br/bebidas/cervejas/ti_pos.htm>. Acesso em 14 de Outubro De 2014.

SILVA, D. P. **Produção e avaliação sensorial de cerveja obtida a partir de mostos com elevadas concentrações de açúcares.** São Paulo, FAENQUIL, 2005. Dissertação de doutorado, 175 p.

SINDICERV – **Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja.** Disponível em:<<http://www.sindicerv.com.br/mercado.php>>. Acesso em: 10 de novembro de 2014.

SOARES, N. **Tempo de mudanças.** Revista Indústria de Bebidas nº205/ Ano 23 – 2011.

VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. Bebidas alcoólicas: I. Cerveza. In: **Bebidas:**Tecnologia, Química y Microbiologia. Zaragoza: Acribia, S.A., 1997. 487p.

VENTURINI, W. G. F. **Tecnologia de Bebidas.** 1.ed. São Paulo: Edgard Bucher Ltda. 2005.

VENTURINI FILHO, W. G. F. coordenador. **Bebidas alcoólicas:** Ciência e tecnológica – São Paulo. Editora Bucher, 2010, volume 1.

VENTURINI, W. G. F.; CEREDA, M. P. Cerveja. In: AQUARONE W. B., ET AL. [i] Biotecnologia industrial[/i]: **Biotecnologia na produção de alimentos.** 1 ed. São Paulo: Edgard BucherLtda, 2001, p 91-144.

VICENTE, M.A. Seleção de cepas de *Saccharomyces cerevisiae* com maior capacidade de produção de agentes aromatizantes para utilização na fabricação de cachaça de alambique. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto MG, 92p, 2003.

VIEIRA, A. A.; BRAZ, J. M. **Bagaço de cevada na alimentação animal.** Revista eletrônicaNutritime. V6, nº3, p.973-979. 2009. Disponível em:<http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/091V6N3P973_979MAI2009_.pdf>.Acesso em: 16/nov/2014

TSCHOPE, E. C. Microcervejarias e cervejarias: *A História, a Arte e a Tecnologia*. 1 ed. São Paulo: Aden Editora e comunicação Ltda. 2001.

APENDICE

8. Parâmetros de fermentação

O acompanhamento dos parâmetros da cinética de fermentação é indispensável para entender o funcionamento do processo de produção da cerveja. A partir dos resultados obtidos das determinações analíticas do mosto fermentado, foram realizadas análises dos seguintes parâmetros de fermentação, unidades formadoras de colônias (UFC), concentração de substrato (BRUX), produto (°GL) e pH (RIBEIRO, 1999).

8.1. pH

Na medição do pH foi utilizado um peagmetro digital, utilizando soluções tampão de pH igual a 4,00 e 7,00. Utilizando o método eletrométrico.

Na calibração do aparelho, o eletrodo combinado (eletrodos de vidro e de referência juntos) foi deixado imerso em água durante e mesmo sem uso. Ao ligar o aparelho, deixar aquecer por cerca de 30 minutos. Após, remover o eletrodo da água, lavá-lo com água destilada e enxugá-lo com papel macio. Imergir o eletrodo na solução tampão de pH 7,00 e esperar a estabilização até atingir o valor do pH. Em seguida, proceder de mesma forma para a solução tampão de pH 4,00. Remover o eletrodo da solução tampão e lavar o mesmo com água destilada. Para a medida do pH, foram colocados cerca de 50 mL da amostra em um béquer de 100 mL. Em seguida, mergulhar por três vezes o eletrodo e deixar em repouso, esperar estabilizar e fazer a leitura. Retirar e lavar o eletrodo com água destilada e secá-lo com papel macio, procedendo, assim, com as demais amostras.

8.2. Brix

O instrumento usado para medir a concentração de soluções aquosas foi o refratômetro digital. O fundamento da refratometria é bem simples. Quando uma luz penetra num líquido ela muda de direção, isto é chamado de refração. O ângulo de refração, medido em graus, indica a mudança de direção do feixe de luz. Um refratômetro obtém e transforma os ângulos de refração em valores de índices de

refração (nD). O refratômetro é um instrumento simples que pode ser usado para medir concentrações de soluções aquosas, consumindo apenas umas poucas gotas da solução

Na medição do Brix, limpou-se cuidadosamente o leitor do aparelho com água destilada e enxugado com papel macio, em seguida foram adicionadas algumas gotas da amostra no leitor, logo depois se verificou o resultado da análise, procedendo assim com todas as outras amostras.

8.3. °GL

Na medição do teor alcoólico, foi utilizado o método do ebulliômetro, o ebulliômetro é composto de uma caldeira onde fica a amostra a ser analisado, um condensador que é acoplado à caldeira, onde são condensados vapores provenientes do líquido contido na caldeira, e uma lamparina que fornece aquecimento à caldeira do ebulliômetro.

Na análise foram transferidos 50 mL da amostra para a caldeira do ebulliômetro e, logo após, encheu-se o condensador com água destilada e acendeu-se a lamparina. Com um termômetro acoplado à caldeira, mediu-se a temperatura de ebulição da amostra, e em seguida verificou-se o teor alcoólico medindo com uma régua calibrada de acordo com a temperatura de ebulição obtida, repetindo-se para todas as outras amostras o procedimento.

8.4. UFC

Na determinação das unidades formadoras de colônias, a análise foi realizada através do método de contagem em placa pela diluição, com o ágar batata como o meio de cultura, a função do Ágar, é deixar o meio de cultura sólido para isolamento e separação de culturas.

De início, fez-se o cálculo da quantidade para pesagem do meio Ágar Batata.

$$39g \quad \text{_____} \quad 1000 \text{ mL}$$

$$x \quad \text{_____} \quad 150\text{mL}$$

$$x = 39 * 150/1000 \qquad x = 5,85g$$

Com o auxílio da balança analítica, pesou-se 5,85g de Ágar Batata. Utilizando um becker, colocou-se essa quantidade juntamente com 150 mL de água destilada. O becker com a solução foi levado até um aquecedor para sua total dissolução. Em seguida, fez-se a transferência da solução para um erlenmeyer, que logo em seguida, foi devidamente isolado com papel alumínio. Feita a identificação com etiqueta, colocou-se o erlenmeyer na autoclave para esterilização a úmido, que geralmente é feita por 15 minutos a uma temperatura de 121°C. Esse procedimento é feito para garantir a ausência de outros microrganismos no meio, exceto os desejáveis.

No laboratório do NUPEA, foram feitas diluição decimais seriadas de 10^{-1} a 10^{-4} . A diluição foi obtida retirando-se 1 mL da amostra adicionando em 9 mL de água purificada em um tubo de ensaio, em seguida retirou-se 1 mL da diluição 10^{-1} e adicionou-se em mais 9 mL, até se obter uma diluição 10^{-4} , logo depois pegou-se 1 mL da diluição 10^{-3} e adicionou numa placa de petri junto com 30 mL do meio de cultura ágar batata dissolvido, todo o processo foi realizado em triplicatas.

Após 48 horas foi realizada a contagem de cada amostra obtida, acompanhando assim o crescimento de leveduras no processo de produção da cerveja.