



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS I  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL**

**LINDEMBERG MARTINS FERREIRA ALVES**

**Análise físico-química de cervejas tipo *pilsen*  
comercializadas em Campina Grande na Paraíba**

CAMPINA GRANDE – PB  
2014

**LINDEMBERG MARTINS FERREIRA ALVES**

**Análise físico-química de cervejas tipo *pilsen*  
comercializadas em Campina Grande na Paraíba**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Química industrial da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do Título de Graduação em Química Industrial.

Orientadora: Msc. Wanda Izabel Monteiro de Lima Marsiglia

CAMPINA GRANDE – PB  
2014

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.

A474a Alves, Lindemberg Martins Ferreira.

Análise físico-química de cervejas tipo pilsen comercializadas em Campina Grande na Paraíba [manuscrito] / Lindemberg Martins Ferreira Alves. - 2014.

43 p.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2014.

"Orientação: Profa. Ma. Wanda Izabel Monteiro de Lima Marsiglia, Departamento de Química".

1. Cerveja pilsen. 2. Análise físico-química. 3. Qualidade da cerveja pilsen. I. Título.

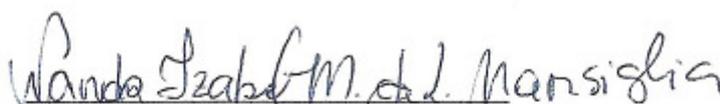
21. ed. CDD 663.42

LINDEMBERG MARTINS FERREIRA ALVES

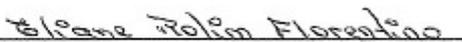
## **Análise físico-química de cervejas tipo *pilsen* comercializadas em Campina Grande na Paraíba**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Química industrial da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do Título de Graduação em Química Industrial.

Aprovada em: 12/03/2014



Profª Msc. Wanda Izabel Monteiro de Lima Marsiglia  
(Orientadora – DQ/UEPB)



Profª. Drª. Eliane Rolim Florentino  
(Examinadora – DQ/UEPB)



Profª Drª. Márcia Ramos Luiz  
(Examinadora – DESA/UEPB)

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais Luiz e Maria Gorete, pela dedicação,  
companheirismo e amizade.

## AGRADECIMENTOS

Aos Coordenadores, Prof. José Arimateia Nóbrega e Prof<sup>a</sup>. Maria da Conceição da Nóbrega Machado, por seu empenho.

À professora Wanda Izabel Monteiro de Lima Marsiglia pelas leituras sugeridas ao longo dessa orientação e pela dedicação.

Ao meu pai Luiz pela compreensão por minha ausência, pelas dicas e auxílio durante este período, nas horas que me fortaleceu com palavras de incentivo, e nas dificuldades que me ajudou a superar.

Agradecer a minha mãe, Maria Gorete, por toda a parceria com que me acompanhou em toda essa longa e tortuosa caminhada. Obrigado pelo incentivo. Obrigado pelos sacrifícios que você fez em razão da minha educação, sei que não foram poucos. Desculpe pelas tristezas que te fiz passar. Obrigado por tudo.

A minha Namorada, embora fisicamente ausente, sentia sua presença ao meu lado, dando-me força.

Aos professores do Curso de Graduação da UEPB, que contribuíram ao longo desses anos, por meio das disciplinas e debates, para o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos funcionários da UEPB, pela presteza e atendimento quando nos foi necessário.

Aos colegas de classe pelos momentos de amizade e apoio.

E agradeço principalmente aos colegas que se afastaram, ou que eu me afastei, pois de pessoas que passam por cima dos outros para se beneficiar, em vez do seu próprio esforço, não merece atingir nenhuma conquista.

As examinadoras pela participação.

*“As dificuldades que você encontra se resolverão conforme você avançar. Prossiga, e a luz aparecerá, e brilhará com clareza crescente em seu caminho.”*

Jean le Rond D'Alembert

## RESUMO

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. A matéria prima utilizada para a fabricação de cerveja deve ser de boa qualidade para que se obtenha o produto esperado. O objetivo deste trabalho foi realizar análises de padrão de identidade e qualidade de cervejas consumidas no Brasil do tipo *pilsen*. Análises foram realizadas no laboratório de Química Aplicada II e no Núcleo de Pesquisa e Extensão em Alimentos (NUPEA), Universidade Estadual da Paraíba – UEPB. As análises efetuadas foram: densidade relativa, pH, extrato seco total, acidez total e açúcar redutor em maltose, teor alcoólico, grau sacarométrico e grau de fermentação. Após estudo, os resultados obtidos das cervejas tipo *pilsen* das amostras I, II, III e IV estavam de acordo com dos valores estabelecidos pelo decreto nº 2.314/1997, ANVISA, e, portanto, apresentando-se como produtos de boa qualidade físico-química com exceção da amostra III e IV que foram abaixo no requisito grau sacarométrico e também o grau fermentativo sendo encontrada, em todas as amostras analisadas, maior que 60 se enquadrando como cerveja de alta fermentação, sendo que as cervejas *pilsen*, objeto de estudo, são de baixa fermentação. Através das análises físico-químicas realizadas no produto pode-se garantir a qualidade necessária na elaboração e no produto final da bebida e também identificar possíveis fraudes na mesma.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cerveja *pilsen*, Análises físico-química, *lager*

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1:</b>	Parâmetros da água de boa qualidade para produção de cerveja	15
<b>TABELA 2:</b>	Composição do grão de cevada e do malte de cevada	18
<b>TABELA 3:</b>	Composição química do lúpulo natural	19
<b>TABELA 4:</b>	Composição do lúpulo usado na indústria cervejeira	20
<b>TABELA 5:</b>	Principais cervejas do tipo <i>lager</i> e suas características	23
<b>TABELA 6:</b>	Valores padrões para cerveja	30
<b>TABELA 7:</b>	Valores experimentais das análises físico-química das cervejas <i>pilsen</i> .	38

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1:</b>	Cevada	17
<b>FIGURA 2:</b>	Flor de lúpulo	19
<b>FIGURA 3:</b>	<i>Saccharomyces uvarum</i>	21
<b>FIGURA 4:</b>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	21
<b>FIGURA 5:</b>	Fluxograma do processo de produção de cerveja	24

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	11
<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS</b>	12
2.1.	Geral	12
2.2.	Específicos	12
<b>3.</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	13
<b>3.1.</b>	<b>Definição de cerveja</b>	13
<b>3.2.</b>	<b>História da cerveja</b>	13
<b>3.3.</b>	<b>Matéria prima</b>	14
3.3.1.	Água	14
3.3.2.	Malte	16
3.3.3.	Lúpulo	18
3.3.4.	Levedura	20
<b>3.4.</b>	<b>Classificação das cervejas</b>	21
3.4.1.	Quanto ao extrato primitivo	21
3.4.2.	Quanto à cor	22
3.4.3.	Quanto ao teor alcoólico	22
3.4.4.	Quanto à proporção de malte de cevada	22
3.4.5.	Quanto à fermentação	22
<b>3.5.</b>	<b>Tipos de cerveja <i>lager</i></b>	22
<b>3.6.</b>	<b>Processo de produção da cerveja</b>	23
3.6.1.	Moagem	24
3.6.2.	Mosturação	24
3.6.3.	Filtração do mosto	25
3.6.4.	Fervura do mosto	25
3.6.5.	Resfriamento do mosto	25
3.6.6.	Fermentação	26
3.6.7.	Maturação	26
3.6.8.	Clarificação	26
3.6.9.	Envase	26
<b>3.7.</b>	<b>Determinações analíticas</b>	27
3.7.1.	Densidade relativa	27

3.7.2.	Teor alcoólico	27
3.7.3.	Acidez total	28
3.7.4.	Extrato seco total	28
3.7.5.	Determinação de açúcar redutor em maltose	28
3.7.6.	pH	29
<b>4.</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>30</b>
<b>4.1.</b>	<b>Local da realização da pesquisa</b>	<b>30</b>
<b>4.2.</b>	<b>Análises físico-químicas</b>	<b>30</b>
4.2.1.	Determinação da densidade	31
4.2.2.	Determinação do teor de álcool	31
4.2.3.	Determinação da acidez total	32
4.2.4.	Determinação do extrato seco total	33
4.2.5.	Determinação de açúcares redutor em maltose	34
4.2.6.	Determinação do pH	37
4.2.7.	Grau Sacarométrico	37
4.2.8.	Grau de Fermentação	37
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>38</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>40</b>
<b>7.</b>	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>41</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A cerveja é uma bebida carbonatada, preparada a partir de malte de cevada, lúpulo, levedura e água de boa qualidade. Também faz uso de adjuntos para substituir o grão de cevada, como: arroz, milho e trigo, visando baratear o custo final da bebida. Seu sabor é determinado pela matéria prima, pelo tipo de processo e pela levedura utilizada, além dos compostos produzidos durante a fermentação e maturação, que exercem maior influência nas suas características sensoriais (OLIVEIRA, 2011).

O processo fermentativo da cerveja divide-se em dois processos fermentativos distintos, as de alta fermentação, *ale*, e de baixa fermentação, *lager* (EVANGELISTA, 2012).

A origem da cerveja tipo *pilsen* veio da velha cidade de *Plzen* (ou Pilsen) na atual República Checa. As *Pilsen* foram inicialmente elaboradas por guildas de produtores de cerveja daquela cidade da Boémia, por volta de 1840. Atualmente ela é caracterizada por ter uma cor amarela clara a dourada, bastante límpida, meio amarga devido ao intenso uso de lúpulo e com aroma e sabor frutados ou mesmo floral. Possui um teor alcoólico que varia entre os 4,5 e 5,5%. É um dos estilos mais conhecidos e consumidos do mundo (APCV, 2012).

A produção e o consumo de cervejas no Brasil são caracterizados pela presença de poucas marcas sendo quase todas de um único tipo de cerveja, a cerveja do tipo *lager*, por melhor se adaptar ao clima do brasileiro é caracterizada como uma bebida de sabor suave, clara e límpida (SILVA, 2005). A baixa diversidade de produtos de cervejaria brasileira contrasta com o modelo de outros países, onde se observa uma grande variedade de marcas e tipos de cervejas, com sabores e colorações diferentes (OLIVEIRA, 2011).

Visando ao aumento da produção, devido ao aumento do consumo, foi à utilização de alta densidade do mosto, ou seja, o aumento da concentração de açúcares (high-gravity brewing). Com isso, obtém-se uma cerveja com alto teor alcoólico que posteriormente é diluída, o que diminui a necessidade de investimentos em novos tanques e equipamentos (SILVA, 2005).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Avaliar as propriedades físico-químicas de cervejas consumidas em Campina Grande na Paraíba de acordo com o padrão de identidade e qualidade.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Selecionar as amostras de cervejas tipo *pilsen* de marcas encontradas em Campina Grande na Paraíba;
- Realizar as análises: Densidade relativa, pH, Acidez total, Teor de alcoólico, Açúcar redutor em maltose, Extrato seco total, Grau Sacarométrico e Grau de Fermentação;
- Comparar os resultados com a normativa vigente.

### **3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

#### **3.1. Definição de cerveja**

De acordo com a legislação brasileira, 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.

#### **3.2. História da cerveja**

Há evidências de que cerveja feita de cevada maltada já era produzida na Mesopotâmia em 6000 a.C.. Entre 5000 a 4000 a.C. já existia diversos tipos de cerveja. No Egito, a cerveja chegou um pouco depois encontrando referências de seu uso como oferendas aos mortos entre 5000 a 2800 a.C. (AQUARONE E. *et al.*, 1983). Especula-se que a cerveja tenha sido descoberta acidentalmente, provavelmente surgindo da fermentação espontânea de algum cereal (APCV, 2012).

Segundo a APCV (2013), na Idade Média, a produção e consumo de cerveja tiveram um grande impulso, por causa da influência dos mosteiros, locais onde a cerveja era melhorada, produzida e vendida. Naquela época, os mosteiros seriam algo semelhante a um hotel para viajantes, oferecendo abrigo, comida e bebida.

Os conventos medievais aperfeiçoaram as técnicas de fabricação e passaram a utilizar o lúpulo em substituição de outras ervas. Os conventos de St. Emmeran e de Weihestephan, na Alemanha foram os primeiros a receber autorização profissional para fabricação e venda de cerveja, em 1040. E até hoje a cervejaria de Weihestephan está em funcionamento. Sendo o Centro de Ensino da Tecnologia de Cervejaria da Universidade Técnica de Munique.

Na época não existiam formas de preservar as propriedades naturais da cerveja o que dificultava o seu transporte para locais distantes. O que mais destacou nesta época foi à invenção da máquina a vapor por James Watt, em 1765, o que permitiu a industrialização e racionalização da produção cervejeira. Em 1830, Gabriel *Sedlmayr* e Anton *Dreher* desenvolveram o método de produção que daria origem às *lager*.

Devido à natureza dos seus constituintes o processo de obtenção era exercido por padeiros. A cevada era deixada de molho até germinar, moída grosseiramente e então moldada em bolos. Este era então parcialmente assado, colocados em jarras com água e deixados para fermentar (SILVA, 2005).

A cerveja chegou ao Brasil em 1808, trazida por Dom João VI. Até o século XIX ela era importada, sendo privilégio dos nobres, mas nos dias de hoje, com todas as inovações tecnológicas e tendo várias fabricas localizada no Brasil, podemos desfrutar desta bebida. Hoje o Brasil é o quarto produtor mundial, com um consumo anual de 50 litros (BRIGIDO; NETTO, 2009).

A indústria cervejeira pode ser caracterizada por duas grandes tendências: a primeira é representada pelas grandes fusões entre gigantes cervejeiros, que criam empresas cada vez maiores, com grandes vendas, mas, em geral, com produtos que tem tendência essencialmente para o consumo em massa; a segunda é representada por pequenas e médias empresas que desenvolvem produtos de grande qualidade, mais raros, mas também mais caros (APCV, 2012).

### **3.3. Matéria prima**

#### **3.3.1. Água**

O conteúdo mineral da água cervejeira já é apontado há muito tempo como um fator de grande contribuição para o sabor da cerveja, sendo especialmente importante porque constitui mais de 90% da cerveja (BOTELHO, 2009). A água praticamente define o local de instalação da fabrica de cerveja. Nos dias de hoje, se a água for imprópria ou não apresentar composição química adequada é possível tratá-la por meio de processos e/ou produtos químicos a fim de purificá-las (AQUARONE E. *et al.*, 1983).

Alguns parâmetros devem ser levados em consideração na escolha da água para a fabricação da cerveja, pois poderão causar inúmeras conseqüências, diminuindo assim, a qualidade da mesma. Entre os parâmetros, incluem a turbidez, pH, concentração de zinco, ferro, nitrato, nitrito, sílica e matéria orgânica (JORGE, 2004).

A análise de alguns parâmetros físicos e químicos é necessária para se definir o tipo de tratamento a ser empregado (OLIVEIRA, 2011). Segundo Brigido e Neto (2009) dependendo da origem da água, as seguintes operações são efetuadas na cervejaria:

- a) Aeração - oxidação: para remover odores.
- b) Clarificação: adição de produtos químicos para a aglomeração ou coagulação de material em suspensão, que será decantado ou filtrado.
- c) Filtração: remoção de sólidos em suspensão.
- d) Cloração: para eliminação de micro-organismos.

e) Desmineralização: para a remoção de sais em águas que contenham alto teor de sais dissolvidos.

Em termos gerais, a água para produção de cervejas deve possuir as seguintes características observadas na tabela 1.

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

<b>Parâmetro</b>	<b>Unidade</b>	<b>Especificação</b>
Sabor	-	insípida
Odor	-	inodora
pH	pH	6,5-8,0
Turbidez	NTU	menor que 0,4
Matéria Orgânica	mg O <sub>2</sub> /L	0-0,8
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	50-150
Dureza Total	mgCaCO <sub>3</sub> /L	18-79
Sulfatos	mgSO <sub>4</sub> /L	1-30
Cloretos	mgCl/L	1-20
Nitratos	mgNO <sub>3</sub> /L	ausente
Cálcio	mgCa <sup>2+</sup> /L	5-22
Magnésio	mgMg <sup>2+</sup> /L	1-6
CO <sub>2</sub> livre	mgCO <sub>2</sub> /L	0,5-5

Fonte: LAZZARI *et. al.*, (2009)

Segundo Jorge (2004), quanto ao pH deve estar entre 6,5 e 7,0, se a água for alcalina, poderá dissolver grandes quantidades de matérias indesejáveis das cascas e do malte. O zinco tem ação benéfica na fermentação, caso sua concentração foi menor que 0,6 mg/L, ativando a síntese de proteínas, estimulando o crescimento da levedura e ativando a fermentação. No caso do ferro (Fe<sup>+2</sup> ou Fe<sup>+3</sup>), sua presença na cerveja em concentrações acima de 0,3 mg/L provoca escurecimento da espuma, aumento da coloração, diminuição da estabilidade coloidal além de agir como catalisador na oxidação na cerveja.

A presença de nitratos (NO<sup>3-</sup>) indica o estágio final da oxidação da matéria orgânica que contém nitrogênio, ainda podem ser reduzidos a nitritos, pela ação das leveduras, resultando um sabor fenólico. Com relação à sílica (SiO<sub>2</sub>), altos teores influenciam negativamente a fermentação, prejudicando o paladar e provocando turvação coloidal. Sua concentração deverá ser menor que 30 mg/L.

Com relação a tratando de água da rede pública, tem que se eliminar os resíduos de cloro (ClO<sup>-</sup>), pois a sua presença em teores maiores que 0,5 ppm pode reduzir a atividade das leveduras (SACHS, 2001).

A produção da cerveja *pilsen* com água mole e as *ales* com água dura preserva até os dias de hoje e isso também marca suas características. Toda água presente no mundo apresenta algum teor mineral, proveniente do solo. Uma água ácida, próxima a um solo com calcário; o ácido pode solubilizar essa cal, tornando a água dura. Caso a água é encontrada perto de um solo de granizo, que são muito difíceis de dissolver, ela permanece mole. A maioria das substâncias que são dissolvidas na água contribui de forma negativa a qualidade da cerveja como sabor amargo não característico, deixando-a turva, retardando a fermentação e deixando-a mais escura (EVANGELISTA, 2012).

### 3.3.2. Malte

O termo técnico para o malte definido como a matéria prima resultante da germinação de qualquer cereal sob condições controladas. Quando não há denominação, 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, de trigo, de centeio, de aveia e de outros cereais (JORGE, 2004). A princípio, qualquer cereal pode ser maltado, considerando, entre outros fatores, o poder diastásico, capacidade para hidrolisar o amido, e o seu valor econômico (AQUARONE E. *et al.*, 1983).

O malte utilizado em cervejarias é obtido de cevada, gramínea pertencente ao gênero *Hordeum*, cujos grãos na espiga, alinhados em fileiras envolvidos por diversas camadas, sendo a primeira camada, palha, enquanto outras camadas aderentes ao grão, que são as cascas (SILVA, 2005).

Através das análises físico-químicas realizadas no produto pode-se garantir a qualidade necessária na elaboração e no produto final da bebida e também identificar possíveis fraudes na mesma e o seu valor econômico (SILVA, 2005).

O cereal mais usado para a fabricação de cerveja é a cevada (Figura 1). 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 um alto teor de proteínas em quantidade suficiente para fornecer os aminoácidos necessários para o crescimento da levedura (OLIVEIRA, 2011).

Figura 1: Cevada



Fonte: KUCK, (2008)

De acordo Oliveira (2011), a cevada tem algumas características que a tornam mais adequada para a produção de cerveja do que outros cereais:

- a) Possui alto teor de amido, o que a torna atraente ser mais barata e mais fácil de malta que outros cereais.
- b) Quando maltada, possui um teor elevado de enzimas que ajudam no processo de fabricação do mosto, principalmente na quebra do amido em açúcares.
- c) Contém outras proteínas que proporcionam equilíbrio nos efeitos em relação à espuma, ao corpo e a sua estabilidade coloidal.
- d) Possui teor de lipídios relativamente baixo, o que é vantajoso para a estabilidade de sabor da bebida.

Segundo Evangelista (2012), o processo para a obtenção do malte pode ser dividido em três fases: maceração, germinação e secagem, podendo ainda esta última ser subdividida em outras duas fases.

Durante o processo de maceração o amido presente no cereal é convertido em fermentescíveis, proteínas e aminoácidos necessários para o processo fermentativo a ser realizado posteriormente pelas leveduras. Após o processo de maceração os grãos seguem para o processo germinativo.

Na germinação, o cereal é espalhado sobre uma superfície de alvenaria, seja ela de piso, cimento ou asfalto. Formando um colchão de aproximadamente 30cm, a uma temperatura de 15°C, sem exposição de luz, por um período de oito dias, até quando o grão alcança a sua fase máxima de produção de enzimas e antes que ocorram perdas das reservas do endosperma ocasionados pelo processo germinativo. Quando o processo de germinação é

interrompido retiram-se os brotos que não germinaram, a esse processo é chamado de crivagem. Depois disso os grãos são encaminhados a um forno para a etapa de secagem.

Quando o grão alcança seu maior poder de produção enzimática, o processo germinativo é interrompido pela secagem, então, o malte verde é manipulado até obter-se o malte seco. É na fase de secagem que ocorrem as reações químicas que formarão substâncias corantes e aromáticas característicos da cerveja.

A Tabela 2 apresenta valores importantes quanto à composição média do grão de cevada em comparação ao malte.

Tabela 2: Composição do grão de cevada e do malte de cevada

<b>Características</b>	<b>Grão de Cevada</b>	<b>Malte de Cevada</b>
Massa do Grão (mg)	32 a 36	29 a 33
Umidade (%)	10 a 14	4 a 6
Amido (%)	55 a 60	50 a 55
Açúcares (%)	0,5 a 1,0	8 a 10
Nitrogênio Total (%)	1,8 a 2,3	1,8 a 2,3
Nitrogênio Solúvel (% de N total)	10 a 12	35 a 50
Poder Diastásico, °% L <sup>1</sup>	50 a 60	100 a 250
Enzima $\alpha$ -amilase, 20° unidades <sup>2</sup>	Traços	30 a 60
Atividade Proteolítica	Traços	15 a 30

<sup>1</sup>Lintner (índice de atividade das amilases), <sup>2</sup> em unidades de dextrinas produzidas

Fonte: SILVA, (2005)

### 3.3.3. Lúpulo

O lúpulo, *Humulus lupulus*, é uma planta da família das *Cannabaceae*, sendo dióica, que significa que produz flores masculinas e femininas. As flores são ordenadas em espigas e possuem secretoras de resinas e óleos de substâncias amargas, que dá o amargor típico e contribuem para o aroma característico da cerveja. Na fabricação de cerveja utilizam-se apenas as flores femininas, pois são estas que contém a lupulina, que é a substância amarga (OLIVEIRA, 2011). A comercialização do lúpulo pode ser feita na forma de flores prensadas, pó, extrato e principalmente na forma de “pellets”. Feitos a partir das flores não polinizadas que têm maior concentração de substâncias aromáticas (SACHS, 2001). A tabela 3 apresenta a composição química do lúpulo em flor.

Tabela 3: Composição química do lúpulo natural

<b>Características</b>	<b>Percentagem (%)</b>
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)

Figura 2: Flor de lúpulo



Fonte: EVANGELISTA, (2012)

Os óleos essenciais do lúpulo são uma mistura de várias centenas de componentes. Os principais são hidrocarbonetos da família dos terpenos, ésteres, aldeídos, cetonas, ácidos e alcoóis. Os óleos apresentam influência tanto no sabor quanto no aroma da cerveja, embora a maior parte destes seja arrastada com o vapor durante a fervura do mosto. Mas é desejável que isso aconteça, pois uma alta concentração deixa a cerveja desagradável (BOTELHO, 2009).

Os compostos amargos são as substâncias mais valiosas do lúpulo, pois proporcionam o sabor amargo da cerveja. Além disso, elas beneficiam a estabilidade da espuma e aumentam a estabilidade biológica da cerveja, pois evitam o desenvolvimento de alguns microrganismos por meio de suas propriedades antisséptica (KUCK, 2008).

Existem dois tipos de lúpulos importantes: o amargor e os aromáticos. Os lúpulos aromáticos são usados como lúpulos de acabamento ou condicionadores e são adicionados ao mosto normalmente nos minutos finais da fervura para conferir aroma à cerveja (OLIVEIRA, 2011).

A seguir pode ser observada na tabela 4 a composição do lúpulo utilizado na indústria de cerveja.

Tabela 4: Composição do lúpulo usado na indústria cervejeira

<b>Componentes químicos</b>	<b>Concentração (%)</b>
Água	10,0
Resinas totais	15,0
Óleos essenciais	0,5
Taninos	4,0
Monossacarídeos	2,0
Pectina	2,0
Aminoácidos	0,1
Proteína bruta	15,0
Lipídeo e ceras	3,0
Cinzas	8,0
Celulose, lignina, etc.	40,4
Total	100,0

Fonte: EVANGELISTA, (2012)

#### 3.3.4. Levedura

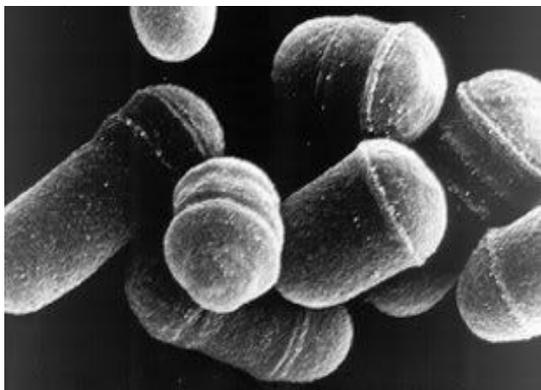
As leveduras pertencem ao Reino Fungi, são unicelulares, sua reprodução se dá por brotamento ou gemulação e de forma rápida; são seres eucarióticos e possuem rígida parede celular e suas dimensões são maiores do que as bactérias (OLIVEIRA, 2011).

As leveduras se desenvolvem numa ampla faixa de temperatura, sendo que o intervalo ótimo de crescimento situa-se entre 26 e 35°C. Em relação à variação de pH, os limites estão entre 4,5 e 5,5. Esses microrganismos também apresentam elevada resistência osmótica (SANTOS, 2008).

As leveduras possuem a habilidade de metabolizar eficientemente os constituintes do mosto que é um caldo resultante da mistura fervida de malte e água, rico em açúcares fermentáveis. As leveduras mais utilizadas em cervejaria são de duas espécies do gênero *Saccharomyces*: a *Saccharomyces uvarum* (figura 3), é utilizada na fabricação de cerveja do tipo *lager*, atua de maneira mais lenta provocando uma fermentação menos densa, porém, mais eficiente, o que leva a formação de uma cerveja mais limpa e de sabor seco já a *Saccharomyces cerevisiae* (figura 4), é usada na fabricação de cerveja do tipo *ale*. Elas atuam na superfície da mistura, possui ação rápida, porém não chega a consumir todo o açúcar

contido no malte, por esse motivo a bebida tem um sabor frutado, complexo e doce. (EVANGELISTA, 2012).

Figura 3: *Saccharomyces uvarum*



Fonte: THE SCREWY BREWER, (2014)

Figura 4: *Saccharomyces cerevisiae*



Fonte: EVANGELISTA, (2012)

### 3.4. Classificação das cervejas

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

#### 3.4.1. Quanto ao extrato primitivo:

a) Cerveja leve: definida como sendo a cerveja cujo extrato primitivo é maior ou igual a 5% em peso e menor que 10,5% em peso, podendo denominar-se cerveja *light* a cerveja leve que cumpra também, cumulativamente, os requisitos constantes dos itens 1 e 2, seguintes:

1. redução de vinte e cinco por cento do conteúdo de nutrientes ou do valor energético com relação a uma cerveja similar do mesmo fabricante (mesma marca comercial), ou do valor médio do conteúdo de três cervejas similares conhecidas e que sejam produzidas na região;
2. valor energético da cerveja pronta para o consumo deve ser no máximo de trinta e cinco quilocalorias por cem mililitros.

b) Cerveja ou cerveja comum: definida como sendo a cerveja cujo extrato primitivo é maior ou igual a 10,5% em peso e menor que 12% em peso;

c) Cerveja extra: definida como sendo a cerveja cujo extrato primitivo é maior ou igual a 12% em peso e menor ou igual a 14% em peso;

d) Cerveja forte: definida como sendo a cerveja cujo extrato primitivo é maior que 14% em peso.

#### 3.4.2. Quanto à cor:

a) Cerveja clara: a que tiver cor correspondente a menos de 20 unidades EBC (European Brewery Convention);

b) Cerveja escura: a que tiver cor correspondente a 20 ou mais unidades EBC (European Brewery Convention);

c) Cerveja colorida: a que, pela ação de corantes naturais, apresentar coloração diferente das definidas no padrão EBC (European Brewery Convention).

#### 3.4.3. Quanto ao teor alcoólico:

a) 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.

b) 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.

#### 3.4.4. Quanto à proporção de malte de cevada:

a) Cerveja de puro malte: aquela que possuir cem por cento de malte de cevada, em peso, sobre o extrato primitivo, como fonte de açúcares;

b) Cerveja: aquela que possuir proporção de malte de cevada maior ou igual a cinquenta e cinco por cento em peso, sobre o extrato primitivo, como fonte de açúcares;

c) “Cerveja de ...”, seguida do nome do vegetal predominante, aquela que possuir proporção de malte de cevada maior que vinte por cento e menor que cinquenta e cinco por cento, em peso, sobre o extrato primitivo, como fonte de açúcares.

#### 3.4.5. Quanto à fermentação:

a) de baixa fermentação.

b) de alta fermentação.

### 3.5. Tipos de cerveja *lager*

De acordo com Mega *et. al*, (2011), a cerveja *lager* tem como principal característica a sua fermentação que se dar a baixas temperaturas, e as tipo *Ale*, pode ocorrer até mesmo à temperatura ambiente. Os principais tipos são:

- *Bock*: É uma cerveja escura de Alemã, de sabor meio adocicado, e alto teor alcoólico. Uma variedade conhecida como *Doppelbock* (*bock* duplo) tem gradação alcoólica de até 7,5°. E outra de até 14°, é a *Eisbock*. Essas cervejas são congeladas e depois o gelo é removido, aumentando a gradação alcoólica;
- *Münchener*: O nome significa “de Munique”. É uma cerveja escura ou preta e pode ser bem leve. Tem um sabor forte, de malte, puxado para o café;
- *Pilsen*: Cerveja originada da região da Boêmia, hoje parte da República Tcheca. Sua principal característica é a cor dourada e translúcida. Em sua fórmula original, tem sabor suave e um aroma acentuado de flores, com presença acentuada do lúpulo. Comparada com a cerveja do tipo *Pilsen*, mais popular no Brasil, a variedade tcheca tem sabor ligeiramente mais amargo;
- *Marzenbier*: O termo “Marzenbier” traduzido para o português é “cerveja de março”. A tradicional Marzenbier é produzida a partir de malte tipo Viena, que confere à bebida a coloração âmbar avermelhada. Faz uso de levedura de baixa fermentação, sendo o processo fermentativo derivado do método vienense de produção de cerveja. Sua maturação é muito longa, chegando a mais de três meses de armazenamento.

A tabela 5 mostra, de forma resumida, as características das cervejas tipo *lager* citadas acima

Tabela 5: Principais cervejas do tipo Lager e suas características

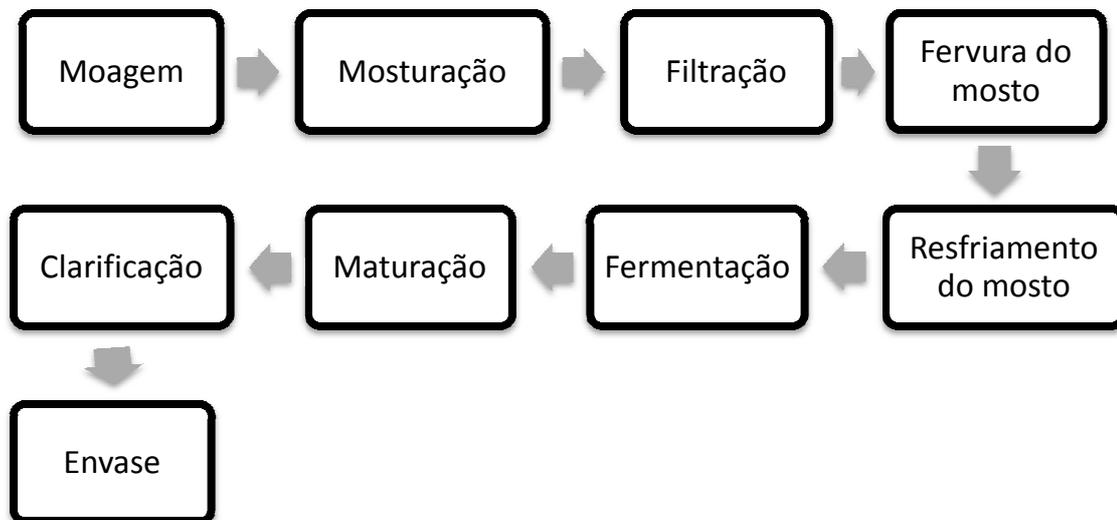
<b>Cerveja</b>	<b>Origem</b>	<b>Coloração</b>	<b>Teor alcoólico</b>	<b>Fermentação</b>
<i>Bock</i>	Alemanha	Escura	Alto	Baixa
<i>Münchener</i>	Alemanha	Escura	Médio	Baixa
<i>Pilsen</i>	República Checa	Clara	Médio	Baixa
<i>Marzenbier</i>	Alemanha	Escura	Alto	Baixa

Fonte: SINDICERV, (2011)

### 3.6. Processo de Produção da Cerveja

Na figura 5 é apresentado o fluxograma geral de um processo fabricação de cerveja, que pode ser acrescentado outras etapas dependendo do tipo de cerveja e da cervejaria.

Figura 5: Fluxograma do processo de produção de cerveja



Fonte: Própria

### 3.6.1. Moagem

O malte é enviado para os moinhos que possuem como função promover um corte na casca e então liberar o amido para o processo (OLIVEIRA, 2011). A moagem também promove a diminuição do tamanho da partícula do amido, aumentando assim, a velocidade de hidrólise do amido. As cascas constituirão o elemento filtrante do mosto no processo que será realizado posteriormente. Assim, é importante que a moagem não seja muito severa, para que não se tenha um malte muito fino, que resultaria na redução da velocidade de filtragem e também que não seja muito grosseira, para que a hidrólise do amido seja facilitada (KUCK, 2008).

### 3.6.2. Mosturação

A mosturação, também denominado de brassagem, é o processo onde ocorre à transformação das matérias-primas (EVANGELISTA, 2012). Após ser moído o malte é enviado até os tanques de mostura. Após ser moído é misturado com água e submetido a aquecimento. A temperatura não deve ultrapassar 72°C, pois as enzimas são inativadas (OLIVEIRA, 2011). Este procedimento tem o objetivo de 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 (KUCK, 2008).

### 3.6.3. Filtração do mosto

Filtração do mosto 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 a lavagem do bagaço, ou obtenção do mosto secundário (KUCK, 2008).

Na primeira filtragem, o líquido passa através da camada de cascas do malte depositadas no fundo da tina, 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, e aumentar o rendimento da fabricação (KUCK, 2008).

### 3.6.4. Fervura do mosto

O mosto obtido na filtração é submetido à fervura, com objetivo de inativa enzimas; esterilizar o mosto; precipitar proteínas; resinas; extrair os compostos amargos do lúpulo; formar substâncias que irão contribuir para o sabor e o aroma da cerveja; concentrar o mosto evaporando a água; formar substâncias redutoras e corantes; formar ácidos para a redução do pH; eliminar compostos voláteis indesejáveis, como os sulfurosos e solubilizar e modificar substâncias amargas do lúpulo (KUCK, 2008).

No processo de fervura adiciona-se o lúpulo. A adição é feita no meio ou no final da fervura, podendo ser em etapas. É feito desta maneira porque as resinas responsáveis pelo aroma e sabor do lúpulo são voláteis, com isso, se fosse adicionado no início da fervura perderia sua função no processo cervejeiro (EVANGELISTA, 2012).

### 3.6.5. Resfriamento do mosto

O mosto com lúpulo e fervido é centrifugado onde as partículas sólidas do lúpulo e as proteínas coaguladas, denominadas *trub*, sedimentam e são separadas do mosto. O *trub* também pode ser retirado frio do mosto, mas recomenda-se que se retire quente, pois melhora a estabilidade físico-química e sensorial da cerveja. Logo depois o mosto é resfriado em trocadores de calor de placas até atingir a temperatura desejada para a fermentação, que vai depender do tipo: fermentação alta ou fermentação baixa. Mostos de cerveja tipo *lager* são usualmente resfriados entre 7 e 15°C e os do tipo *Ale* são resfriados em média entre 18 e 22°C (KUCK, 2008).

### 3.6.6. Fermentação

Fase em que as leveduras irão consumir os açúcares fermentescíveis, se reproduzir e produzir álcool e dióxido de carbono, além de alguns ésteres, ácidos e alcoóis superiores que irão transmitir propriedades organolépticas à cerveja. A fermentação ocorre em tanques fechados, revestidos por uma camisa externa que permite a passagem de fluido refrigerante (amônia ou etileno glicol) para manter o sistema na temperatura desejada, que pode variar de 10 a 25°C de modo geral (OLIVEIRA, 2011).

### 3.6.7. Maturação

O produto resultante da fermentação principal é a cerveja “verde”. Esta cerveja passa por uma fermentação secundária, que é conhecida como maturação. Assim, a maturação é um repouso prolongado da cerveja, onde os seguintes processos ocorrem: fermentação secundária, saturação com CO<sub>2</sub>, clarificação e reações que irão produzir aromatizantes essenciais para cerveja (KUCK, 2008).

Por meios naturais, as *ales* passam por um período de maturação de poucos dias, menos de um mês. As *ales* fortes podem precisar de um período de maturação de até um ano. As *lagers* precisam de um longo período, que varia de seis meses a um ano, 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 (EVANGELISTA, 2012).

### 3.6.8. Clarificação

Tem como objetivo de eliminar a turvação que persistiu após o processo de maturação. A cerveja apresenta essa turvação devido à presença de materiais sólidos como células de levedura e substâncias que confere a bebida cor desagradável. São utilizados filtros de terra diatomácea e de placas de celulose. Esta etapa não altera a composição e o sabor da cerveja, no entanto, é fundamental para garantir seu aspecto translúcido (KUCK, 2008).

### 3.6.9. Envase

A cerveja pode ser armazenada em garrafas ou latas de alumínio e deve passar pelo processo de pasteurização. A pasteurização é feita com o objetivo de estabilizar e conservação da cerveja, através da destruição dos microrganismos pelo calor (KUCK, 2008).

### 3.7. Determinações analíticas

#### 3.7.1. Densidade relativa

Segundo Andrade *et al.* (2013), a densidade absoluta ou massa específica de qualquer substância de massa  $m$  e volume  $v$  é definida por:

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (1)$$

ou seja, é a razão entre a massa de um corpo pelo volume que o mesmo ocupa. Densidade relativa é definida pela razão entre as densidades absolutas de duas substâncias

$$\rho_{1,2} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \quad (2)$$

onde  $\rho_2$  é geralmente escolhida como padrão. É comum considerar a água como tal padrão, pois além da conveniência de sua abundância, sua densidade absoluta  $\rho_{\text{água}} \cong 1,00 \text{ g/cm}^3$  para temperatura ambiente ( $25^\circ\text{C}$ ).

A determinação da densidade é feita com mais frequência em análise de alimentos que se apresentam no estado líquido. Pode ser medida por vários aparelhos, como: picnômetros e densímetros convencionais e digitais. Os picnômetros dão resultados precisos e são construídos e graduados de modo a permitir a pesagem de volumes exatamente iguais de líquidos, a uma dada temperatura. Da relação destes pesos e volumes resulta a densidade dos mesmos (IAL, 2008).

A densidade de uma amostra reflete a influência líquida dos materiais dissolvidos, pois o açúcar e ácidos são mais pesados que a água; o álcool é mais leve que a água (MARTINS, 2007).

#### 3.7.2. Teor alcoólico

O teor alcoólico varia de acordo com o tipo de bebida. Segundo Costa (2010), consiste na determinação da porcentagem de álcool em uma mistura, solução alcoólica, bem como do álcool anidro e hidratado.

Antes de se efetuar qualquer determinação por ebulliometria, faz necessária a fixação do ponto zero na escala do ebulliômetro, que no caso em consideração, vem separada do mesmo.

Este ponto indica o ponto de ebulição da água à pressão atmosférica no momento das análises. Poderá servir por várias horas de determinação do teor alcoólico por este procedimento, exceção feita quando se notar bruscas mudanças nas condições atmosféricas. Neste caso, efetua-se um novo zero na escala.

### 3.7.3. Acidez total

Os métodos que avaliam a acidez titulável resumem-se em titular com soluções de álcali padrão a acidez do produto ou de soluções aquosas ou alcoólicas do produto e, em certos casos, os ácidos graxos obtidos dos lipídios. Pode ser expressa em mL de solução molar por cento ou em gramas do componente ácido principal (IAL, 2008). Assim, por exemplo, pode-se determinar a quantidade de ácido láctico, existente em uma solução de NaOH de concentração conhecida. As medidas físicas são envolvidas de duas maneiras: na identificação do ponto de equivalência (viragem) e na medida da quantidade do reagente consumido (COSTA, 2010).

Segundo Oliveira (2010), a importância da determinação da acidez total na bebida está baseada nos seguintes pontos:

- Importante para a caracterização e padronização da bebida.
- Reconhecimento de fraudes.
- Controle de alterações indesejáveis por microorganismos.
- Acompanhamento da estabilização com ácido tartárico ou ácido láctico.

### 3.7.4. Extrato seco total

O extrato seco total corresponde ao peso do resíduo seco obtido após a evaporação dos compostos voláteis. Representa a soma das substâncias que não se volatilizam em determinadas condições físicas. Entre os principais que compõem o extrato sais orgânicos e minerais; compostos fenólicos; açúcares e polissacarídeos (RIZZON, 1996).

### 3.7.5. Determinação de açúcar redutor em maltose

Açúcares redutores são as pentoses e as hexoses. As hexoses (maltose, glicose, frutose), são açúcares fermentescíveis, utilizados como alimento pelas leveduras, são os que se darão origem ao etanol, mas também podem ser consumidos por bactérias, e as pentoses (arabinose e xilose), não são fermentáveis (MARTINS, 2007).

Foi determinado pelo método de *Lane-Eynon* que consiste na redução do  $\text{Cu}^{++}$  existente na solução A de Fehling para  $\text{Cu}^+$  em meio alcalino com a conseqüente oxidação dos açúcares redutores. É chamado de Açúcares Redutores, ou simplesmente AR, todos os açúcares capazes de reduzir o cobre (Cu) de uma solução cupro-alcalina do estado cúprico ( $\text{Cu}^{++}$ ) para o cuproso ( $\text{Cu}^+$ ) (COSTA, 2010).

### 3.7.6. pH

Foi determinado através do processo eletrométricos, que utiliza aparelhos que são potenciômetros especialmente adaptados e permitem uma determinação direta, simples e precisa do pH (IAL, 2008). A determina do pH em alimentos, é um dos principais fatores que exercem influência sobre o crescimento, a sobrevivência ou a destruição dos microrganismos. Cada microrganismo tem um pH mínimo, ótimo e máximo de crescimento. Em geral os bolores e as leveduras são mais tolerantes a pH mais baixos do que as bactérias (COSTA, 2010).

Segundo Oliveira (2011), o pH tem grande importância, pois tem influência em vários fatores, como:

- Crescimento microbiano: o pH determina a resistência do à alterações microbianas.
- Intensidade da cor.
- Atividade enzimática.
- Potencial de oxi-redução.
- Sabor.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1. Local da realização da pesquisa

As análises foram realizadas nos laboratório de Química Analítica Aplicada II e no NUPEA (Núcleo de Pesquisa e Extensão em Alimentos), ambos pertencentes ao Departamento de Química do Centro de Ciências e Tecnologia (CCT) - *Campus I* da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, situado na Rua Juvêncio Arruda S/N bairro de Bodocongó no Município de Campina Grande – PB, localizada a 120 Km da capital João Pessoa.

### 4.2. Análises físico-químicas

Os parâmetros físico-químicos analisados foram: densidade relativa, teor alcoólico, extrato seco total, acidez (% ácido láctico), açúcar redutor em maltose, pH, grau sacarométrico e grau de fermentação.

Todas as análises físico-químicas das cervejas foram realizadas em triplicata. Para determinação de qualquer parâmetro físico-químico existe um protocolo a ser seguido. Abaixo são citados os métodos de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (IAL) com exceção de grau sacarométrico e grau de fermentação que foram utilizados o método de VILLAVECHIA (1963 apud SOUSA, 2009), e o teor alcoólico foi pelo Método Ebulliométrico segundo COSTA (2010), e em seguida comparados aos valores padrões estabelecidos pela ANVISA decreto nº 2.314/1997 (BRASIL, 1997), observados na tabela 6.

Tabela 6: Valores padrões para cerveja

Determinações	Valores Teóricos
Densidade Relativa (g)	1,007 – 1,022
Teor Alcoólico (°GL)	2,0 – 4,5
Extrato (%)	2,0 – 7,0
Acidez (% ácido láctico)	0,1 – 0,3
Maltose	0,6 – 2,3
Grau Sacarométrico	11,0 – 12,5
Grau de Fermentação	< 50: baixa fermentação 50 – 60: média fermentação > 60: alta fermentação

Todas as quatro amostras analisadas foram obtidas através de um supermercado de Campina Grande-PB e estava acondicionada a temperatura ambiente.

Todas as determinações foram realizadas na amostra descarbonatada. Para remover o CO<sub>2</sub> transferiu-se a amostra para um béquer de 600 mL e agitou-se com um bastão de vidro e mantendo-se a temperatura da cerveja a (20-25)°C.

#### 4.2.1. Determinação da densidade

##### 4.2.1.1. Princípio

Baseia-se na relação existente entre o peso específico da amostra a 20°C em relação ao peso específico da água a 20°C usando picnômetro.

##### 4.2.1.2. Materiais

- Picnômetro.
- Balança Analítica.
- Termômetro.

##### 4.2.1.3. Procedimento

Encheu-se o picnômetro com água destilada a 20°C e depois pesou-se; em seguida, secou-se novamente o picnômetro e pesou-se com a amostra. Calculou-se a densidade relativa da amostra de cerveja, de acordo com a seguinte equação:

$$D = \frac{P_{am} - P_v}{P_{H_2O} - P_v} \quad (3)$$

Onde

$D$  = Densidade relativa a 20°C.

$P_{am}$  = Massa do picnômetro com a amostra em gramas.

$P_{H_2O}$  = Massa do picnômetro com água em gramas.

$P_v$  = Massa do picnômetro vazio em gramas.

#### 4.2.2. Determinação do teor de álcool

##### 4.2.2.1. Princípio

O princípio da destilação se baseia na diferença entre o ponto de ebulição da água (100°C) e do álcool (78,4°C). A mistura da água com o álcool apresenta ponto de ebulição variável em função do grau alcoólico. Assim, o ponto de ebulição de uma solução

hidroalcoólica é intermediário entre aquele da água e do álcool e será tanto mais próximo deste último quanto maior for o grau alcoólico da solução.

O método utilizado foi o método ebulliométrico que consiste na determinação da porcentagem de álcool em uma mistura, solução alcoólica. Antes de se iniciar qualquer determinação por ebulliometria é necessário se faça a fixação do ponto zero na escala do ebulliômetro, que no caso em consideração, vem separada do mesmo.

#### *4.2.2.2. Materiais e Equipamentos*

- Pisseta.
- Proveta de 50 mL.
- Ebulliômetro.

#### *4.2.2.3. Procedimento*

Retirou-se o termômetro que fica inserido na caldeira do ebulliômetro e lavou-se a caldeira com água destilada; em seguida lavou-se a caldeira com a amostra, e depois foi transferida para a caldeira do ebulliômetro. Conectou-se o termômetro na caldeira e encheu-se o condensador com água. Em seguida acendeu-se a lamparina e colocou-se sob o condensador. Quando a amostra começou a se aquecer, o filamento de mercúrio eleva-se no interior do termômetro, quando o filamento ficou estável localizou-se na régua o teor alcoólico correspondente e anotou-se.

### 4.2.3. Determinação da acidez total

#### *4.2.3.1. Princípio*

Este método baseia-se na titulação de neutralização dos ácidos com solução padronizada de álcali, com uso de indicador fenolftaleína para soluções claras de vinho e outras bebidas alcoólicas fermentadas ou com o pHmetro para soluções escuras.

#### *4.2.3.2. Materiais e equipamentos*

- Balança analítica.
- Pipeta volumétrica de 10 ml.
- Bureta de 25 ml.
- Erlenmeyer de 250 mL.

#### 4.2.3.3. Reagentes e soluções

- Solução de hidróxido de sódio 0,1 N.
- Solução de fenolftaleína a 1% (m/v).

#### 4.2.3.4. Procedimento

Transferiu-se 10 ml da amostra para erlenmeyer ou béquer de 250 ml contendo 100 mL de água destilada. Depois, titulou-se com solução de hidróxido de sódio 0,1 N até coloração rosa, usando 2-3 gotas de fenolftaleína como indicador.

$$At = \frac{1000 \times f \times v \times N}{V} \quad (4)$$

Segundo Costa (2010), para expressar a acidez em % ácido láctico multiplica pelo seu equivalente grama, assim:

$$At = \frac{f \times v \times N \times Eg(\text{ác. láctico})}{m} \times 100 \quad (5)$$

Equivalente grama do ácido láctico:  $Eg_{(\text{Ácido láctico})} = 90,08 \text{ g/Eq}$

Onde:

At = Acidez total, em meq/L.

f = fator de correção da solução de hidróxido de sódio.

v = Volume da solução de hidróxido de sódio gasto na titulação, em mL.

N = Normalidade da solução de hidróxido de sódio.

V = Volume da amostra, em mL.

m = Massa da amostra, em g.

Eg = Equivalente grama do ácido a ser adotado para expressar o resultado.

#### 4.2.4. Extrato seco total

##### 4.2.4.1. Princípio

A determinação do extrato seco total por este método está baseada na pesagem do resíduo seco de um volume de amostra submetido à evaporação. Este determina o teor de sólidos existentes em uma amostra de cerveja.

#### 4.2.4.2. *Materiais e equipamentos*

- Balança analítica.
- Banho-maria.
- Estufa.
- Cápsula de porcelana.
- Dessecador.
- Pipeta volumétrica de 20 mL.

#### 4.2.4.3. *Procedimento*

Transferiu-se, com auxílio de uma pipeta, 20 mL de amostra descarbonatada para uma cápsula de porcelana previamente aquecida em estufa a  $(100 \pm 5)^\circ\text{C}$  por 1 hora, em seguida resfriou-se em dessecador. Depois, pesou-se. Aqueceu-se em banho-maria até a secagem. Levou-se à estufa a  $(100 \pm 5)^\circ\text{C}$  por 1 hora para resfria até a temperatura ambiente em dessecador e depois pesou-se novamente.

$$\% \text{ EST} = \frac{100 \times P}{V} \quad (6)$$

Onde:

% EST = Extrato seco em percentagem.

P = massa do resíduo, em g.

V = Volume da amostra, em mL.

#### 4.2.5. Determinação de açúcar redutor em maltose

##### 4.2.5.1. *Princípio*

A determinação dos açúcares redutores foi realizada pelo método de *Lane e Eynon*, que utiliza o licor de *Fehling*, expressando o resultado em % maltose. Este método volumétrico, aplicável a bebidas fermentadas, envolve a redução completa de um volume conhecido da solução de cobre (Solução de *Fehling*) por um volume de solução clarificada de açúcares redutores. Este determinar o teor de açúcares redutores existentes em uma amostra de cerveja.

#### 4.2.5.2. *Materiais e equipamentos*

- Suporte universal.
- Pipeta volumétrica de 50 mL.
- Balão volumétrico de 100 mL.
- Erlenmeyer de 250 mL.
- Tela de amianto.
- Chapa aquecedora.
- Bastão de vidro.
- Pipeta graduada de 5 mL.
- Bureta de 50 mL.

#### 4.2.5.3. *Reagentes e soluções*

- Soluções A e B de *Fehling*.
- Azul de metileno 1%.

#### 4.2.5.4. *Preparo da Solução de Fehling*

Solução A – Pesou-se 34,639g de sulfato de cobre -  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , transferiu-se para um balão volumétrico de 1000 mL e completou-se o volume com água.

Solução B – Pesou-se 173 g de tartarato de sódio e potássio -  $\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  e dissolveu-se em 250 mL de água; em seguida adicionou-se 250 mL de solução de NaOH a 20%, recém-preparada e completou-se o volume até 1000 mL.

#### 4.2.5.5. *Padronização do Licor de Fehling*

A determinação dos açúcares redutores foi realizada pelo método de Lane e Eynon, que utiliza o licor ou solução de Fehling. Primeiro padronizou-se o licor de Fehling em maltose pesando-se 1,0018 g de maltose P.A., transferiu-se para um balão volumétrico de 100 mL e aferiu-se com água destilada, em seguida pipetou-se 5 mL de cada uma das soluções do licor de Fehling e transferiu-se para uma cápsula de porcelana. Em seguida, adicionou-se 40 ml de água destilada e aqueceu-se até a ebulição e manteve-se durante 3 minutos. Transferiu-se a solução de maltose para uma bureta de 25 ml e titulou-se sobre o licor de *Fehling* até uma leve mudança na coloração azul, em seguida adicionou-se de 6 a 8 gotas de azul de metileno 1%. Prosseguiu-se a titulação até o completo descoramento do azul de metileno, observando

pelo aparecimento de um precipitado vermelho-tijolo de óxido de cobre, Anotou-se o volume gasto e calculou-se o fator de equivalência do licor de *Fehling* de acordo com a seguinte equação:

$$F_{eq} = \frac{m \times V}{100} \quad (7)$$

Onde:

$F_{eq}$  = fator de equivalência da maltose.

$m$  = massa de maltose.

$V$  = volume gasto na titulação.

#### 4.2.5.6. Procedimento

Transferiu-se para um erlenmeyer de 250 mL, com auxílio de pipeta, 5 mL da solução A e 5 mL da solução B de *Fehling*, e adicionou-se 50 mL de água destilada, aquecendo-se até a ebulição. Em seguida a amostra teste foi transferida para uma bureta de 25 mL e adicionou-se gota a gota sobre a solução de *Fehling*, em ebulição, agitando-se sempre até que a solução passou da cor azul a incolor. No fundo do erlenmeyer ficou um resíduo avermelhado, quando foram adicionadas 2 a 3 gotas de azul de metileno e concluí-se a titulação com a mudança de coloração.

$$\% \text{ maltose} = \frac{A \times a}{v \times V} \times 100 \quad (8)$$

Onde:

$A$  = mL da solução da amostra gasta na titulação.

$a$  = fator de equivalência do licor de *Fehling*.

$v$  = volume inicial da amostra.

$V$  = volume da amostra gasta na titulação.

A fórmula simplificada pode ser expressa como:

$$\% \text{ maltose} = \frac{a}{V} \times 100 \quad (9)$$

#### 4.2.6. Determinação do pH

A medida do pH baseia-se na determinação da atividade dos íons hidrogênio por meio da medida potenciométrica usando um eletrodo de vidro e um de referência ou um eletrodo de vidro combinado.

##### 4.2.6.1. Materiais e equipamentos

- pHmetro.
- Becker de 100 ml.

##### 4.2.6.2. Reagentes e soluções

- Solução Tampão de pH 2,25;
- Solução Tampão de pH 7,10.

##### 4.2.6.3. Procedimento

Lavou-se o eletrodo e o compensador de temperatura com água destilada, secou-se suavemente e colocou-os dentro do béquer com a amostra. Esperou-se a leitura ficar constante e anotou-se o valor do pH da amostra.

#### 4.2.7. Grau Sacarométrico

Representa o teor de açúcares existente no mosto. Segundo *VILLAVECHIA* (1963 apud SOUSA, 2009) é calculado pela fórmula:

$$GS = \frac{100 \times (\text{Extrato} + 2,0665 \times \text{Teor Alcoólico})}{100 + 1,065 \times \text{Teor Alcoólico}} \quad (10)$$

#### 4.2.8. Grau de Fermentação

É o grau em que a cerveja se encontra. Segundo *VILLAVECHIA* (1963 apud SOUSA, 2009) é calculado pela fórmula:

$$GF = 100 \times \frac{(\text{Grau Sacarométrico} - \text{Extrato})}{\text{Grau Sacarométrico}} \quad (11)$$

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na tabela abaixo, são observados os valores experimentais obtidos das quatro cervejas analisadas.

Tabela 7: Valores experimentais das análises físico-química das cervejas pilsen

Amostras	pH	DR (g)	TA (°GL)	Acidez (% Ac. Láctico)	Extrato (%)	Maltose (%)	GS	GF
I	3,95	1,0086	4,00	0,2796	3,74	1,29	11,52	67,53
II	4,03	1,0088	3,44	0,2768	3,86	1,84	10,58	63,52
III	3,86	1,0080	4,06	0,2649	3,56	1,63	11,45	68,91
IV	4,24	1,0085	3,43	0,2401	3,52	1,61	10,23	65,59

DR - Densidade Relativa; TA - Teor Alcoólico; GS - Grau Sacarométrico; GF - Grau de Fermentação.

Todas as amostras analisadas apresentaram um pH menor que 4,5 sendo de fundamental importância, pois mantém isenta de microorganismo patogênicos, principalmente o *Clostridium botulinum*, bactéria que causa o botulismo, e evita posteriores contaminações (HOFFMANN, 2001). Assim contribuindo para um produto de boa qualidade.

A densidade está entre os padrões desejáveis de acordo com a ANVISA segundo Sousa (2009), ela permite determinar aproximadamente o extrato seco e o teor de açúcar nas cervejas. Através da análise de densidade é realizado tanto o acompanhamento da fermentação alcoólica, sendo a maltose mais densa que o álcool, com a diminuição da densidade, conforme as leveduras consomem a maltose e transformando-as em álcool e também saber a composição de sólidos contidos na bebida.

O álcool é proveniente da fermentação alcoólica do açúcar do mosto. O teor alcoólico ficou dentro dos padrões estabelecidos mais fora do exposto no rótulo causado pela descarbonatação, pois houve perda de álcool por ser volátil.

A acidez no produto final se dá pela formação de ácidos durante a fermentação; os principais ácidos orgânicos formados são: ácido acético, ácido fórmico, piruvato, D-lactato, L-lactato, entre outros (CRUZ, 2008). A acidez expressa em ácido láctico está dentro dos padrões estabelecidos pela ANVISA segundo Sousa (2009), ela é expressa em ácido láctico por que é esta que é utilizado para a correção da acidez, e a acidez na cerveja é importante para a sua caracterização e padronização, reconhecimento de fraudes, controle de alterações indesejáveis por microorganismos.

Como extrato seco, conjunto de todas as substâncias que não se volatilizam em determinadas condições físicas com o mínimo de alterações, ficou dentro dos padrões estabelecidos pela ANVISA segundo Sousa (2009).

A análise de açúcar redutos em maltose deu de acordo com o padrão, caso o resultado fosse superior ao máximo permitido indicaria falha na fermentação e consequentemente baixo teor alcoólico.

Todas as análises, realizadas neste trabalho, mostraram que as cervejas estão de acordo os padrão estabelecido da ANVISA, com a exceção do GF das amostras II e IV, que apresentaram um valor abaixo do estabelecido.

Quanto ao grau de fermentação todos são classificadas como cerveja ale (alta fermentação), que é de se estranhar, pois as cervejas Pilsen estão enquadradas no tipo lager que é de baixa fermentação, isto pode ter ocorrido por alteração de matéria(as) prima(as) ou processo durante a produção.

## 6. CONCLUSÃO

A cerveja é uma bebida difícil de ser produzida, mas conforme o tempo vai passando a tecnologia vai se inovando e melhorando a qualidade da bebida. O processo de produção e análise de qualidade tem vários parâmetros para ser controlados e elas vão sendo inovadas para facilitar o processo, identificar falhas e evitar fraudes.

Mediante todas as análises realizadas e comparadas durante este trabalho foi verificado que todas as cervejas do tipo *pilsen* encontram-se dentro dos valores médios (VILLAVECHIA, 1963) e de acordo com os padrões estabelecidos pela ANVISA decreto nº 2.314/97 com exceção da amostra II e IV que foram abaixo do padrão em relação ao grau sacarométrico.

Todas as pesquisas e análises desenvolvidas apresentadas neste trabalho foram de grande importância, pois serve de base como objeto a ser seguido em análises de cervejas, mostrando que os objetivos foram alcançados, pois os resultados mostraram a veracidade entre o experimento e os valores pré-estabelecidos em literatura e tomados como base de referência.

## 7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ANDRADE, J. C.; PAOLI, M. A.; CÉSAR, J. A Determinação da Densidade de Sólidos e Líquidos. Chemkeys. Disponível em: <<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/11544/open/file/articleI.pdf?sequence=3>> Acessado em: 13/03/2014

AQUARONE, E.; LIMA, U. A.; BORZANI, W. Biotecnologia: **Alimentos e bebidas produzidos por fermentação**. vol 5. Ed Edgard Blücher LTDA. São Paulo, 1983.

ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE CERVEJA DE PORTUGAL (APCV). Cerveja e cultura: história e tradição. Disponível em: <<http://www.apcv.pt/cervejacultura.php>>. Acesso em: 14/10/2013.

BOTELHO, B. G. Perfil e teores de amins bioativas e características físico-químicas em cervejas. Minas Gerais, Dissertação de mestrado, UFMG, 2009. 74 p.

BRASIL. Decreto nº 6.871, de 04 de junho de 2009. Regulamenta 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.

BRIGIDO, R. V.; NETTO, M. S. Produção de Cerveja. Santa Catarina, UFSC, 2009. 27 p.

COSTA, M. R. Estudo comparativo das hidrólises ácidas e enzimáticas de matérias primas amiláceas visando à obtenção de etanol. Alagoas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, UFAL, 2010. Dissertação de mestrado, 108 p.

CRUZ, J. M. Produção e Controle de Qualidade na Indústria Cervejeira. Rio Grande do Sul, Título de graduação, UFPel, 2008. 40 p.

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

HOFFMANN, F. L. Higiene: Fatores limitantes à proliferação de microorganismos em alimentos. *Brasil alimentos*, São Paulo, Signus Editora Ltda, n. 9 – Jul./Ago. 2001.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físicos e químicos para análise de alimentos**. 4ª ed., São Paulo, vol.1, 2008.

- 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.
- LAZZARI, L. M. et. al. Produção de cerveja. Santa Catarina, UFSC, 2009. 18 p.
- MARTINS, P. A. Análises físico-químicas utilizadas nas empresas de Vinificação necessárias ao acompanhamento do processo de elaboração de vinhos brancos. Rio Grande do Sul, Título de graduação, CEFET-BG, 2007. 48 p.
- MEGA, J. F. et. al. A produção da cerveja no Brasil. Mato Grosso do Sul, UNEMAT, 2011, Vol. 1, No. 1, 34 p.
- OLIVEIRA, S. E. Produção do vinho espumante pelo método Champenoise. Rio Grande Do Sul, Título de graduação, IFRS, 2010. 44 p.
- OLIVEIRA, N. A. M. Leveduras utilizadas no processo de fabricação da cerveja. Minas Gerais, Programa de pós-graduação, UFMG, 2011. 44 p.
- RIZZON, L. A. extrato seco total de vinhos brasileiros: comparação de métodos analíticos. Ciência rural, Santa Catarina, v. 26, n. 2, p. 297-300, 1996.
- SACHS, L. G. Cerveja. Paraná, FFALM, 2001. 24 p.
- SILVA, D. P. Produção e avaliação sensorial de cerveja obtida a partir de mostos com elevadas concentrações de açúcares. São Paulo, FAENQUIL, 2005. Tese de doutorado, 175 p.
- SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA CERVEJEIRA (Sindicerv). Tipos de cerveja. Disponível em: <<http://www.sindicerv.com.br/tipo-cerveja.php>>. Acessado em: 12/12/ 2013.
- SOUSA, W. J. B. Análise físico-química de cervejas. Paraíba, Título de graduação, UEPB, 2009. 56 p.
- THE SCREWY BREWER. Yeast in your beer. Disponível em <<http://www.thescrewybrewer.com/p/yeast-in-your-beer.html>> Acessado em: 12/03/2014