



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
CURSO DE BACHARELADO E LICENCIATURA EM QUÍMICA**

AMANDA BINSFELD DA SILVA

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE CERVEJAS DO TIPO *PILSEN*
COMERCIALIZADAS NA REGIÃO DE DOURADOS MS**

**Dourados/MS
Agosto/2017**

AMANDA BINSFELD DA SILVA

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE CERVEJAS DO TIPO *PILSEN*
COMERCIALIZADAS NA REGIÃO DE DOURADOS MS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia da UFGD como requisito básico para a conclusão do Curso de Química – Licenciatura e Bacharelado.

Professor Orientador: Dr. Ivan Ramires

**Dourados/MS
Agosto/2017**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

S586a Silva, Amanda Binsfeld Da
AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE CERVEJAS DO TIPO PILSEN
COMERCIALIZADAS NA REGIÃO DE DOURADOS MS / Amanda Binsfeld
Da Silva -- Dourados: UFGD, 2017.
47f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Ivan Ramires

TCC (Graduação em Química) - Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia,
Universidade Federal da Grande Dourados.
Inclui bibliografia

1. Cerveja Pilsen. 2. Análise Físico-química. 3. Comparação. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.



ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
BACHARELADO E LICENCIATURA EM QUÍMICA

Aos vinte e nove dias do mês de agosto do ano de 2017, no horário das 15:30 às 17:00 horas, na sala de vídeos da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia (FACET) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), foi realizada a defesa pública do Trabalho de Conclusão de Curso da acadêmica *Amanda Binsfeld da Silva*, intitulado "Avaliação Físico-Química das cervejas do tipo Pilsen comercializadas na região de Dourados-MS".

A Banca Examinadora, composta pelos professores Dr. Ivan Ramires (orientador/presidente), Dra. Juliana Ribeiro Steter e Dr. Eliandro Faoro, após avaliação e deliberação, considerou o trabalho:

aprovado; [] reprovado.

Eu, presidente da banca, lavrei a presente ata que segue assinada por mim e demais membros:

Prof. Dr. Ivan Ramires – Orientador/Presidente

Profa. Dra. Juliana Ribeiro Steter

Prof. Dr. Eliandro Faoro

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS, pela jornada percorrida com sucesso, ao meu pai, que não já não se encontra entre nós, mas que durante toda a minha vida sempre esteve ao meu lado me incentivando e me dando força. Agradeço a minha mãe pelos sacrifícios, noites em claro me fazendo companhia, por não me deixar desistir, e por sempre estar ao meu lado.

Aos professores que desde o primeiro momento compartilharam conhecimento, não só sobre química, mas sobre a vida também, dando conselhos, dicas, ajudando a formar profissionais capacitados e que amam a profissão.

Aos colegas de classe e de laboratório pela amizade, companheirismo e incentivo.

Ao professor orientador Dr. Ivan Ramires, por tornar possível esse projeto, me orientando e auxiliando quando necessário.

Agradeço também a banca examinadora pela participação.

RESUMO

A cerveja é definida como uma bebida carbonatada, cujo teor alcoólico varia de 3 a 8% (v/v), produzida a partir de malte de cevada, lúpulo, água de boa qualidade e fermento (leveduras). Outros tipos de matérias primas (adjuntos) podem ser utilizados em sua fabricação, tais como, arroz, milho e trigo. É uma bebida de ampla produção e consumo no mundo, conhecida desde os tempos remotos em diversos países.

As cervejas podem ser classificadas quanto ao extrato primitivo, a cor, teor alcoólico e quanto a fermentação. Este último critério dá origem aos dois principais tipos de cerveja, o tipo ALE que são as de alta fermentação e as Lagers, de baixa fermentação. Ambos os tipos de cerveja possuem diversos outros estilos, um em particular, o Pilsen, pertencente ao tipo lager, é o foco deste trabalho, por ser o estilo mais produzido e consumido no Brasil.

Neste trabalho foram realizadas análises físico-químicas em quatro marcas diferentes de cerveja do tipo Pilsen, comercializadas em Dourados Mato Grosso do Sul, a fim de comparar os resultados obtidos de densidade relativa, teor alcoólico, extrato seco, acidez, pH, açúcar redutor em maltose, grau sacarométrico e grau de fermentação, com os valores padrões estipulados pela ANVISA- Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

PALAVRAS CHAVE: Cerveja *Pilsen*; Análise físico-química; Comparação

ABSTRACT

Beer is defined as a carbonated beverage, an alcoholic strength ranging from 3 to 8% (v / v) produced from malted barley, hops, good quality water and yeast. Other types of materials (adjuncts) may be used in their manufacture, such as rice, corn and wheat (OLIVEIRA, N., 2011). It is a large production and consumption of beverage in the world, known since ancient times in many countries.

The beers can be classified according to the original extract, the color, as the alcohol content and the fermentation. This last criterion of origin to the two main types of beer, the ALE type that are high fermentation and Lagers, low fermentation. Both types of beer have many other styles, one in particular, the Pilsen belonging to lager type, is the focus of this work, to be the most widely style produced and consumed in Brazil.

In this project, were made physicochemical analysis in four different brands of Pilsen beer sold in Dourados Mato Grosso do Sul in order to compare the results of relative density, alcohol content, dry matter, acidity, pH, reducing sugar in maltose, sacarométrico degree and degree of fermentation, with the default values set by ANVISA.

KEYWORDS: Pilsen Beer; Chemical physical analysis; Comparison

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Águas cervejeiras típicas	17
Tabela 2 – composição do grão de cevada e do malte Características Cevada Malte.....	18
Tabela 3 – Composição química do lúpulo em flor	20
Tabela 4 – Valores padrões estabelecidos pela ANVISA decreto nº2.314/1997 BRASIL, 1997.....	31
Tabela 5 – Valores experimentais obtidos	40

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1 – Plantação de cevada.....	18
Imagem 2 – Grãos de cevada já germinados.....	18
Imagem 3 – Flor de Lúpulo	19
Imagem 4 – Lúpulo in natura	19
Imagem 5 – Lúpulo em forma de pélete	19
Imagem 6 – Levedura cervejeira <i>Saccharomyces calbergensis</i>	21
Imagem 7 – Levedura Cervejeira <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	21
Imagem 8 – Fluxograma do processo industrial de fabricação de cerveja	25
Imagem 9 – Esquema representando alguns estilos de cerveja de cada tipo de cerveja	29

SUMÁRIO

.....	4
AGRADECIMENTOS	5
RESUMO	6
ABSTRACT	7
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. JUSTIFICATIVA	14
3- OBJETIVO.....	15
3.1. Objetivo geral	15
3.2. Objetivos específicos.....	15
4. REVISÃO DA LITERATURA	16
4.1. Definição de cerveja	16
4.2. Um pouco sobre a história da cerveja.....	16
4.3. Matéria prima / principais ingredientes	17
4.3.1. Água	17
4.3.2. Malte.....	18
4.3.3. Lúpulo.....	20
4.3.4. Levedura	21
4.4. Processo de produção.....	22
4.4.1. Moagem	22
4.4.2. Mosturação	23
4.4.3. Filtração	23
4.4.4. Fervura do mosto	23
4.4.5. Tratamento do mosto	24
4.4.6. Fermentação.....	24
4.4.7. Maturação	25
4.4.8. Clarificação.....	25
4.4.9. Carbonatação	25
4.4.10. Envase	26
4.5. Classificação / tipos de cervejas	27
4.5.1. Quanto ao extrato primitivo.....	27
4.5.2. Quanto a cor.....	27
4.5.3. Quanto ao teor alcóolico.....	27
4.5.4. Quanto a fermentação	28
4.6. Parâmetros físico-químicos envolvidos na qualidade da cerveja	30
4.6.1. Densidade	30

4.6.2.	Teor de álcool	31
4.6.3.	Acidez total.....	31
4.6.4.	Extrato seco total	32
4.6.5.	Açúcar redutor em maltose.....	32
4.6.6.	pH	32
5.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	34
5.1.	Amostras	34
5.2.	Determinação de densidade	34
5.3.	Determinação do teor de álcool	34
5.4.	Determinação da acidez total	35
5.5.	Extrato seco total	36
5.6.	Determinação de açúcar redutor em maltose	37
5.7.	Determinação do pH	39
5.8.	Grau Sacarométrico	39
5.9.	Grau de Fermentação	40
6.	RESULTADO E DISCUSSÃO.....	41
7.	CONCLUSÃO.....	43
8.	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	44

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).

A cerveja, que deriva da palavra em latim *bibere*, (beber), é uma bebida fermentada com uma história de 6000 a 8000 anos. Os ingredientes básicos para a produção da maioria das cervejas são cevada maltada, água, lúpulo e levedura (DRAGONE, G; SILVA, J. B. A, 2010).

Comparada com outras bebidas alcoólicas, a cerveja apresenta baixo teor alcoólico, inclusive pela proporção e água que possui, porém contém uma grande riqueza aromática exatamente pelas características das matérias primas utilizadas em sua fabricação (DRAGONE, G; SILVA, J. B. A, 2010).

Estima-se que o homem começou a utilizar bebidas fermentadas há 30 mil anos. Estudos indicam que a produção da cerveja teve seu início por volta de 8000 a.C. Esta bebida foi desenvolvida paralelamente aos processos de fermentação de cereais. Na Antiguidade, difundiu-se lado a lado com as culturas de milho, centeio e cevado, entre os povos da Suméria, Babilônia e Egito. Também foi produzida por gregos e romanos durante o apogeu destas civilizações. (AQUARONE E. *et.al.*, 2001)

Segundo informações do sindicato nacional da indústria de cerveja (CINDICERV) o mercado brasileiro de cerveja é caracterizado por ter um público alvo jovem (61% entre 25 a 44 anos), mas, em virtude do baixo poder aquisitivo deste grupo, o consumo per capita (por volta de 51,9 litros/habitante em 2006) ainda é considerado relativamente baixo, se comparado a outros países (por exemplo, o consumo per capita

do Reino Unido chega a ser de 97 litros/ano), principalmente levando-se em conta sua tropicalidade.

Nas duas últimas décadas foi registrado um aumento expressivo no consumo de cervejas pelos brasileiros, passando de 5,45 bilhões de litros consumidos no ano de 1990 para 10,34 bilhões de litros consumidos em 2007. Junto ao acréscimo no consumo de cervejas no Brasil e também pelo mundo inteiro, notou-se um avanço significativo dos conhecimentos científicos relacionados a esse assunto. Alguns exemplos são as técnicas de imobilização da levedura cervejeira, elevado conhecimento da fisiologia celular, fermentação e maturação em sistemas contínuos e ainda o desenvolvimento de novas estirpes devido ao advento da genética molecular. Todos esses fatores têm proporcionado o avanço e o domínio do processo cervejeiro (CARVALHO, 2009)

De acordo com o Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja, o Brasil ocupa o quarto lugar no ranking mundial de produção da bebida, com mais de 10,34 bilhões de litros por ano, perdendo apenas, em volume, para a China (35 bilhões de litros/ano), Estados Unidos (23,6 bilhões de litros/ano) e Alemanha (10,7 bilhões de litros/ano).

A produção e o consumo de cervejas no Brasil são caracterizados pela presença de poucas marcas de quase que um único tipo de cerveja, do tipo lager pilsener, que é uma bebida com característica de sabor suave, pH em torno de 4,3, clara e límpida. Sendo que outros tipos apresentam um consumo restrito, principalmente por consumidores mais exigentes em termos de qualidade sensorial, que buscam um produto diferenciado, independentemente do preço. 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, coloração e amargor distintos (SILVA & FARIA, 2008).

Segundo informações retiradas da tradução do livro “Beer & Health” publicado pela CBMC (The Brewers of Europe) que contém as ideias fundamentais, discutidas no 1º Simpósio CBMC dedicado ao tema “Cerveja e Saúde”, realizado em Bruxelas em Novembro de 1999, o consumo de bebidas alcoólicas, em geral, de forma moderada possui alguns benefícios para a saúde como a diminuição do colesterol ruim, melhora a circulação e evita o acúmulo de gorduras. Já em grande quantidade pode acarretar alguns

problemas, como por exemplo acúmulo de gordura no fígado e pâncreas, desidratação entre outros problemas.

2. JUSTIFICATIVA

O consumo exagerado de cerveja e bebidas alcoólicas em geral acarreta muitos problemas à saúde, como atrapalhar a capacidade do organismo de absorver nutrientes, causar deficiência de vitaminas importantes, como a vitamina C e as vitaminas do complexo B, além de atrapalhar a capacidade de raciocínio imediato, o que combinado com a direção pode ser fatal. Mas em contrapartida o consumo moderado de cerveja tem seus benefícios, como por exemplo a diminuição do colesterol ruim, melhora a circulação, evita o acúmulo de gorduras, entre outros benefícios.

O controle de qualidade das cervejas, e das bebidas alcoólicas em geral é de suma importância, pois se estiverem fora dos valores aceitáveis podem acarretar alguns problemas, desde variações nas características sensoriais como a cor, sabor, até a algumas complicações a saúde do consumidor.

No Brasil, existe um órgão responsável pela fiscalização de todos os produtos comercializados, incluindo as bebidas alcólicas, a ANVISA que possui em seu estatuto, uma portaria somente com normas que as indústrias fabricantes de cerveja devem seguir, o decreto nº2.314/1997 BRASIL, 1997, onde são estabelecidos valores padrões de densidade, teor alcóolico, extrato seco, acidez, pH, normas para rotulo, embalagem entre outros.

Este projeto tem por objetivo realizar a análise desses parâmetros em quatro marcas de cerveja do estilo Pilsen comercializadas na cidade de Dourados Mato Grosso do Sul, a fim de comparar os resultados obtidos com os valores padrões estipulados pela ANVISA para constatar se as mesmas estão dentro da norma.

3- OBJETIVO

3.1. Objetivo geral

Avaliar as propriedades físico-químicas de cervejas do tipo *Pilsen* comercializadas na região de Dourados, Mato Grosso do Sul de acordo com o padrão de identidade e qualidade da normativa vigente.

3.2. Objetivos específicos

Selecionar e coletar amostras de quatro marcas de cerveja *Pilsen* no comércio da cidade de Dourados, MS.

Realizar análises em triplicata para determinar:

- Densidade;
- Teor de álcool;
- Acidez total;
- Extrato seco total;
- Açúcar redutor em maltose;
- pH;
- Grau sacarométrico;
- Grau de fermentação;

Comparar os resultados obtidos nas análises com os valores padrões aceitáveis estabelecidos pela normativa vigente.

4. REVISÃO DA LITERATURA

4.1. Definição de cerveja

De acordo com a legislação brasileira, mencionado no Artigo 36 do decreto n. 6.871, de 4 de junho de 2009, publicado no diário oficial da união de 04/06/2009, “Cerveja é, a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo”.

4.2. Um pouco sobre a história da cerveja.

A história da cerveja se inicia há cerca de nove mil anos. Provas arqueológicas que iluminam a história da cerveja foram encontradas na Mesopotâmia, região onde sumérios formaram uma das mais antigas civilizações e cultivaram grãos. A cerveja parece ter sido acidentalmente descoberta por uma fermentação espontânea de cereais ou da própria massa do pão em contato com a água. (Revista Wine Style nº 33).

Segundo a APCV- Associação Portuguesa de produtores de cerveja, na Idade Média, a produção e consumo de cerveja tiveram um grande impulso, muito por causa da influência dos mosteiros, locais onde este produto era não só tecnicamente melhorado como também produzido e vendido. Naquela altura, os mosteiros seriam algo semelhante a um hotel para viajantes, oferecendo abrigo, comida e bebida a peregrinos. Também neste período se manteve o hábito de produzir cerveja em casa, sendo que essa tarefa continuava maioritariamente entregue às mulheres. Sendo elas as cozinheiras, tinham igualmente a responsabilidade da produção de cerveja, que era vista como uma “comida-líquida”.

Um fato importante ocorreu em 1516, a Alemanha exige que seja feita uma lei, decreto para a produção de cerveja de qualidade, para defender seus interesses, pois nesta época, adicionava-se muitos ingredientes aromatizantes entre outros surgindo muitas variedades e estilos, e foi assim que o Duque Wilhelm IV da Baviera promulgou a Reinheitsgebot - lei da pureza - que tornou ilegal o uso de outros ingredientes na fabricação de cerveja que não fossem água, cevada e lúpulo.

Ao longo dos séculos XVI e seguintes, a exportação de cerveja continuou a ganhar crescente importância, no entanto, foram necessárias duas invenções para trazerem a

produção de cerveja para a Era Moderna: a primeira foi a máquina a vapor, inventada por James Watt e a segunda foi a refrigeração artificial, ideia de Carl von Linde. Nessa altura, estava já se tinha o conhecimento de que a produção de boa cerveja dependia da existência de determinadas temperaturas. Dado que essas temperaturas ocorriam essencialmente no Inverno, a invenção de von Linde permitiu que se produzisse e consumisse cerveja ao longo de todo o ano.

No Brasil, a cerveja foi trazida no século XIX durante a permanência da família real em território brasileiro. Dom João XI trouxe da Europa o hábito de consumo da bebida, a qual era importada da Holanda e Inglaterra. A partir disto, no ano de 1888 foi fundada a Manufatura de Cerveja Brahma Villigier e Cia na cidade do Rio de Janeiro e em 1891 foi fundada a Companhia Antártica Paulista em São Paulo. Um dos fatos mais importantes e marcantes da indústria cervejeira do Brasil e do mundo é a criação da AmBev (fusão da Manufatura da Cervejaria Brahma e Companhia Antártica Paulista) e sua posterior fusão com a belga Interbrew, originando a chamada InBev, que desde 2004 é a maior produtora mundial (OLIVEIRA, N., 2011 apud FIGUEIREDO; CARVALHO, 2014)

Conforme a popularização do consumo de cerveja foi crescendo, e outras tecnologias foram surgindo, novas formas de produção, vários estilos e sabores de cerveja foram sendo criados, chegando ao que conhecemos atualmente. Assim se faz necessária uma melhor análise e controle do que consumimos.

4.3. Matéria prima / principais ingredientes

A cerveja tem como principais matérias primas a água, o malte, o lúpulo e a cevada.

4.3.1. Água

Á água, pela quantidade é a principal matéria-prima no processo cervejeiro. Cerca de 92 a 95% do peso final da cerveja é constituído de água. A água muitas vezes precisa passar por processos de tratamento, devido a concentração de muitos sais e minerais que podem influenciar diretamente os processos químicos e enzimáticos que ocorrem durante a fermentação e também podendo ter efeito até no sabor da cerveja. (DRAGONE, G; SILVA, J. B. A, 2010).

Devido a isso alguns padrões são adotados no momento de escolher a água cervejeira, como por exemplo a alta potabilidade, apresentar alcalinidade de 50 mg/L ou menor e possuir concentração de cálcio ao redor de 50 mg/L.

Segundo Matthias R. Reinold, (que é mestre cervejeiro e tem experiência em gerenciamento de processos de produção da cerveja e implantação de sistema de qualidade no tratamento da água cervejeira), para a retirada de sais e impurezas, podemos utilizar uma solução de cal saturado, trocador iônico, trocador catiônico (elimina $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$), osmose reversa, fervura da água, adição de gesso cervejeiro ou até mesmo uma dessalinização total com trocadores de leito misto. Para cada tipo de cerveja, existe uma água cervejeira adequada. A tabela a seguir mostra alguns exemplos de cerveja e as características físico-químicas da água ideal. (site Beerlife)

Tabela 1 – Águas cervejeiras típicas

<i>Características</i>		<i>Pilsen</i>	<i>Berlim</i>	<i>Burton</i>	<i>Munique</i>	<i>Dortmund</i>
<i>Resíduos totais</i>	mg/L	51	-	1.226	284	1.100
<i>CaO</i>	mg/L	10	205	375	106	367
<i>MgO</i>	mg/L	4	37	103	30	38
<i>SO³</i>	mg/L	4	314	532	8	241
<i>Cl</i>	mg/L	5	-	36	2	107
<i>Dureza total</i>	mg/L	1,6	25,7	51,8	14,8	42,0
<i>Dureza Permanente</i>	mg/L	0,3	22,5	38,6	0,6	25,2
<i>Dureza Carbonatária</i>	mg/L	1,3	3,2	13,2	14,2	16,8
<i>Alcalinidade Residual</i>	mg/L	0,9	-3,4	0,4	10,6	5,5

Fonte: Site Beerlife

Muitas vezes, na elaboração da cerveja, não é dada a devida importância para a água e suas características. Isso pode levar a desvios no aroma e paladar, assim como na própria vida útil do produto.

4.3.2. Malte

O malte é um produto rico em açúcar, obtido com a germinação parcial dos grãos de cereais. A princípio, qualquer cereal pode ser maltado, tendo-se malte de milho, trigo, centeio, aveia e cevada, a escolha, entretanto, leva-se em consideração, entre outros fatores, o poder diastásico e o valor econômico de cada cereal (BRIGIDO; NETTO, 2006).

O cereal mais utilizado é a cevada, devido ao fato de ser rico em amido, quando maltada, possui grande teor de enzimas, o que ajuda no processo de fabricação de mosto

e também possui teor de lipídios relativamente baixos, o que favorece a estabilidade do sabor da bebida, entre outros fatores. A cevada é uma gramínea pertencente ao gênero *Hordeum* (imagem 1). Após a colheita da safra, os grãos são armazenados em silos sob condições controladas de temperatura e umidade, aguardando o envio para a maltaria, indústria de transformação da cevada em malte. (DRAGONE, G; SILVA, J. B. A, 2010).

Na maltaria, os grãos de cevada são submetidos, além do processo e germinação (imagem 2), a outros processos até se obter o produto ideal para a fabricação de cerveja, processo de secagem, o que vai determinar a cor, processo de crivagem, onde são eliminados os brotos, que possuem grande quantidade de proteínas, o que pode prejudicar o sabor da cerveja, e por fim ficam armazenados em silos por um determinado tempo para que ocorra as transformações bioquímicas.

Imagem 1 – Plantação de cevada



Fonte: Site BS Bios, Energia Renovável

Imagem 2 – Grãos de cevada já germinados



Fonte: Site Condado da Cerveja

A base para a cor e sabor da cerveja é determinada na maltaria e não na cervejaria. O cervejeiro determina o caráter de sua cerveja pronta pela seleção orientada do malte cervejeiro. Mas a responsabilidade de como este malte é produzido e como são suas características, como as apresentadas na tabela 2, é principalmente do malteiro. (REINOLD, Matthias R. 1997).

Tabela 2: composição do grão de cevada e do malte Características Cevada Malte

<i>Características</i>	<i>Malte</i>	<i>Cevada</i>
<i>Massa do grão (mg)</i>	32-36	29-33
<i>Umidade (%)</i>	10-14	4-6
<i>Amido (%)</i>	55-60	50-55
<i>Açúcares (%)</i>	0,5-1,0	8-10
<i>Nitrogênio total (%)</i>	1,8-2,3	1,8-2,3
<i>Nitrogênio solúvel (% de N total)</i>	10-12	35-50
<i>α-amilase, unidades de dextrina</i>	Traços	30-60
<i>Atividade proteolítica</i>	Traços	15-30

Fonte: Cereda (1985)

4.3.3. Lúpulo

O lúpulo, planta classificada como *Humulus lupulus* (imagem 3) é de difícil cultivo e típica de regiões frias; é dióica, possuindo flores masculinas e femininas em plantas diferentes. As flores femininas são agrupadas em cachos ou umbelas em várias dobras as quais se fixam os pares de brácteas e bractéolas. As brácteas e bractéolas formam uma bolsa onde são alojados os grânulos de lupulina, que encerra as substâncias de interesse cervejeiro responsáveis pelo amargor e aroma característicos da cerveja. (SEILD, 2003; TSCHOPE, 2001; CEREDA, 1983 *apud* SILVA, 2005).

Imagem 3- Flor de Lúpulo



Fonte: Site Engarrafador Moderno

O lúpulo pode ser comercializado em forma de flores secas (*in natura*), pélete ou em extratos (imagem 4 e 5), podendo tradicionalmente ser classificados conforme suas características predominantes em lúpulos aromáticos e de amargor, conforme mostra a tabela 3.

Imagem 4 – Lúpulo *in natura*



Fonte: Site Engarrafador Moderno

Imagem 5 – Lúpulo em forma de pélete



Fonte: Site Masterbrewers

Tabela 3 – Composição química do lúpulo em flor

<i>Características</i>	<i>Porcentagem (%)</i>
<i>Resinas amargas totais</i>	12-22
<i>Proteínas</i>	13-18
<i>Celulose</i>	10-17
<i>Polifenóis</i>	4-14
<i>Umidade</i>	10-12
<i>Sais minerais</i>	7-10
<i>Açúcares</i>	2-4
<i>Lipídios</i>	2,5-3,0
<i>Óleos essenciais</i>	0,5-2,0
<i>Aminoácidos</i>	0,1-0,2

Fonte: TSCHOPE, 2001 *apud* DRAGONE, G; SILVA, J. B. A, 2010

Dentre as substâncias listadas, uma das mais importantes e que contribui para o processo cervejeiro são os óleos essenciais, mesmo sendo altamente voláteis e sendo perdido de 96 a 98 % no decorrer do processo, é o óleo que confere ao mosto e consequentemente a cerveja o caráter aromático do lúpulo, sendo também importantes as substâncias minerais, os polifenóis e as resinas amargas. Os demais não possuem grande importância por serem insolúveis ou estarem em pequena quantidade. (DRAGONE, G; SILVA, J. B. A, 2010)

Além do sabor amargo e do aroma característico, a adição do lúpulo também tem papel fundamental na conservação da cerveja, uma vez que exerce ação antisséptica no meio. (SACHS, Luís G., 2001)

Com a tecnologia aplicada no processo de lupulagem, novos produtos têm sido desenvolvidos, como por exemplo, os extratos isomerizados, que permitem o ajuste de amargor pós-fermentação, e os extratos isomerizados e reduzidos, que permitem proteção contra a luz e retenção de espuma (SEIDL, 2003 *apud* SILVA, 2005).

4.3.4. Levedura

O fermento, ou levedura, é um elemento vivo na produção de cerveja. Trata-se de um microorganismo que consome os açúcares presentes no mosto e liberam álcool e gás carbônico. Algumas cepas de fermento produzem também ésteres que dão um acabamento na cerveja. (AZARIAS, Jéssica P. *et. al.* 2014)

Basicamente existem dois tipos de levedura cervejeira. As de alta fermentação (ALE) e as de baixa fermentação (lagers). Em cada grupo existem diversas cepas que

possuem características únicas. A nomenclatura dada a elas é devido a forma como atuam. O fermento de alta fermentação (leveduras do tipo *Saccharomyces cerevisiae*, *Imagem 6*) flocula na parte superior do fermentador, enquanto o de baixa fermentação (leveduras do tipo *Saccharomyces calbergensis*, *imagem 7*) age mais no fundo. A temperatura de operação de cada fermento também pode ser associada a nomenclatura, ficando os de alta fermentação trabalhando na faixa de 18°C e 24°C, já os de baixa fermentação operam na faixa dos 9° aos 13°C, que são as temperaturas ideais onde o fermento tem seu maior rendimento e caso operem fora destas faixas eles podem produzir subprodutos indesejados na cerveja. (AZARIAS, Jéssica P. *et. al.* 2014).

Imagem 6 – Levedura cervejeira *Saccharomyces calbergensis*



Fonte: The Screwy Brewer

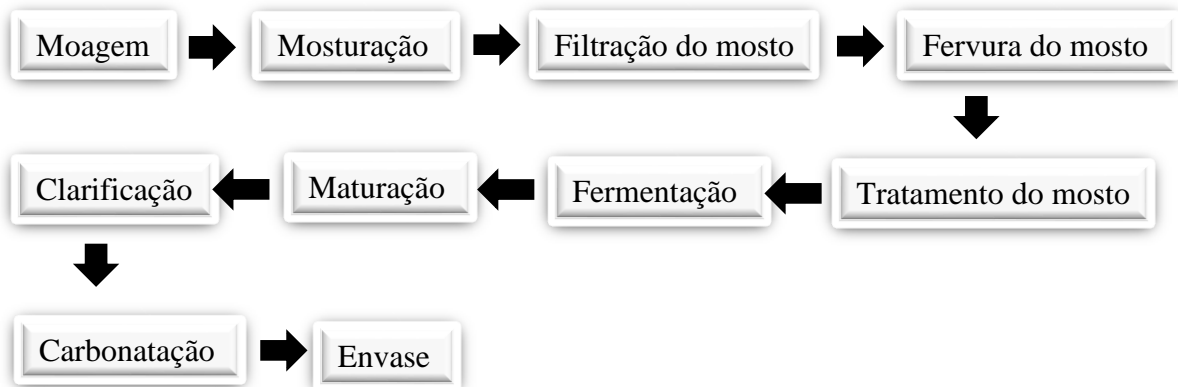
Imagem 7 - Levedura Cervejeira *Saccharomyces cerevisiae*



Fonte: Revista Science News

4.4. Processo de produção

Esquema simplificado das etapas do processo de fabricação de cerveja



4.4.1. Moagem

Antes de misturar os ingredientes para Mosturação (segunda etapa do processo), o malte passa pelo processo de moagem, e os complementos do malte (amiláceos), além de moídos sofrem um processo denominado gomificação prévia, onde o amido é exposto

ao ataque das enzimas. Entretanto a moagem do malte não deve ser muito intensa, para evitar a formação de partículas muito finas, o que dificulta a filtração do mosto. De um modo geral esta moagem consiste num esmagamento do grão, ligeiramente umedecido, em cilindros. (SACHS, Luís G., 2001)

Segundo Dragone e Silva (2010), a etapa de moagem do malte tem influência direta sobre a rapidez das transformações físico-químicas, o rendimento, a clarificação e a quantidade do produto final.

4.4.2. Mosturação

Este processo consiste na mistura do malte moído com água, em temperatura controlada. Tem por objetivo solubilizar as substâncias presentes no malte solúveis em água e com auxílio de enzimas, solubilizar também as insolúveis. Ao final do processo, a mistura é aquecida até 76°C a fim de inativar as enzimas presentes. (DRAGONE, G; SILVA, J. B. A, 2010)

A escolha do tipo de mosturação, ou programa de temperaturas a ser aplicado durante a atuação enzimática depende da composição e do tipo de cerveja desejado, definindo quanto de açúcares fermentescíveis se deseja para o processo de fermentação ou o quanto de substâncias protéicas de alta massa molecular se almeja para a formação do corpo da cerveja e consistência da espuma. (SENAI, 1997 *apud* SILVA, 2005).

4.4.3. Filtração

A filtração é necessária para a retirada do bagaço (massa resultante da aglutinação da casca com os resíduos do processo), podendo ser realizada por sedimentação natural e em equipamento provido de fundo falso tipo peneira, onde o líquido passa através da camada de cascas do malte depositadas. Posteriormente é feita uma lavagem dessas cascas a fim de aumentar o rendimento do produto final. (RUSSEL e STEWART, 1995; MARTINS, 1991 *apud* SILVA, 2005)

4.4.4. Fervura do mosto

Nesta etapa, é adicionado o lúpulo ao mosto filtrado, e a mistura é submetida a fervura, com o objetivo de inativar as enzimas, esterilizar o mosto, que ocorra coagulação proteica, extração de compostos amargos e aromáticos do lúpulo, formação de substâncias constituintes do aroma e sabor, evaporação da água excedente e de

componentes aromáticos indesejáveis ao produto final. O mosto é mantido em fervura até atingir a concentração desejada de açúcar para o início da fermentação durante 60-90 minutos, permitindo a evaporação máxima de até 10% do volume inicial. (DRAGONE, G; SILVA, J. B. A, 2010)

4.4.5. Tratamento do mosto

Esta etapa consiste na remoção do precipitado, resfriamento e aeração. A retirada do precipitado é realizada através do processo de centrifugação, fazendo com que os complexos de proteínas, resinas e taninos denominados de *trub*, se sedimentem no fundo do tanque, sendo assim separado do mosto límpido. (KUCK, 2008)

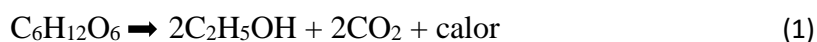
Após a retirada do *trub*, o mosto é resfriado até a temperatura de fermentação ideal para cada tipo de cerveja. E por fim, após o resfriamento, é injetado oxigênio visando uma concentração de 20 ppm, no tanque de fermentação. (DRAGONE, G; SILVA, J. B. A, 2010).

4.4.6. Fermentação

É considerado o processo central para a produção de qualquer bebida alcoólica. Consiste na transformação de açúcares em etanol e gás carbônico pelas leveduras em condições anaeróbicas.

Uma vez resfriado o mosto, introduz-se o fermento de modo a obter contagens de células viáveis correspondentes a aproximadamente 77g de levedura (em matéria seca) por 100 litros de mosto ou 200 a 387g de levedura prensada (40% de umidade) por 100 litros de mosto. Os processos de fermentação utilizados podem ser o tradicional ou o contínuo, vai depender, bem como o tipo de fermentação (superficial/alta ou profunda/baixa) do tipo de cerveja a ser produzido. O tradicional intermitente é o mais utilizado pelas indústrias. (AQUARONE, Eugenio, *et.al.*, 1927)

A descrição tradicional do processo de fermentação em cervejarias é a conversão processada pela levedura (fermento) de glicose, em etanol e gás carbônico, sob condições anaeróbicas. Esta conversão se dá com a liberação de calor, como ilustrado pela equação descrita abaixo. (VENTURINI, 2000 apud MEGA *et.al.*, 2011)



No final da fermentação principal, a temperatura decresce iniciando-se assim a fermentação complementar, na qual o mosto sofre alterações profundas, as leveduras floculam e começam a decantar, o que depende, em parte, do pH inicial. A cerveja neste estágio é chamada de “verde”. (AQUARONE, Eugenio, *et.al.*, 1927)

Segundo Dragone e Silva (2010), as leveduras produzem os compostos de aroma e sabor da cerveja como subprodutos de seu metabolismo, sendo que os teores desses compostos variam de acordo com os padrões de crescimento celular que são influenciadas pelas condições do processo.

4.4.7. Maturação

A cerveja “verde”, depois da fermentação completa, deve maturar em temperatura de 0°C ou de, no máximo 0,5°C a 3°C, por períodos variáveis (de acordo com o tipo de cerveja). (AQUARONE, Eugenio, *et.al.*, 1927)

Durante esse período prolongado de repouso, ocorrem processos como a fermentação secundária, saturação com CO₂, clarificação e reações que irão produzir aromatizantes essenciais para a cerveja. (KUCK, 2008)

4.4.8. Clarificação

Após ao processo de maturação, a cerveja contém leveduras, partículas coloidais dos complexos proteínas-polifenóis e outras substâncias insolúveis formadas, devido ao baixo pH existente e às baixas temperaturas utilizadas durante esta etapa. Devido a isso, para obter um produto brilhante e límpido é necessário um processo de clarificação antes do engarrafamento, para que todo esse material seja removido.

Existem basicamente quatro técnicas de clarificação que podem ser usadas tanto individualmente como em combinação: sedimentação por gravidade, uso de agentes clarificantes, centrifugação e por último, filtração. (DRAGONE, G; SILVA, J. B. A, 2010)

4.4.9. Carbonatação

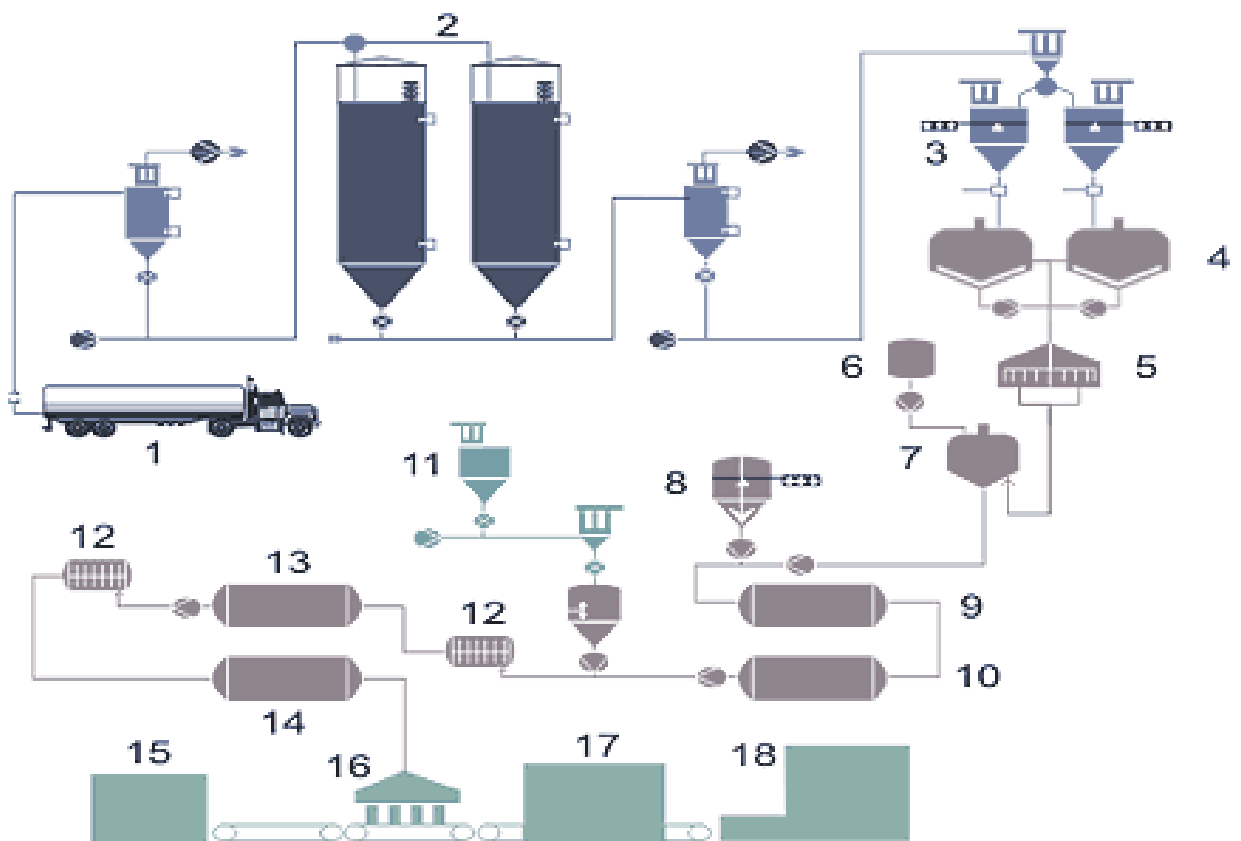
A cerveja após a clarificação é carbonatada sob pressão, usando-se gás carbônico de no mínimo 99,5% de pureza até que se obtenha de 0,45% a 0,52%. O gás é absorvido pela cerveja substituindo em parte o oxigênio. Quanto menor o volume de oxigênio

residual melhor a estabilidade da cerveja durante o armazenamento. O processo de Carbonatação consiste na produção de gás carbônico a partir de açúcares residuais pela adição de cerca de 15% de células ativas de leveduras, (*krausen*) à cerveja em maturação. (AQUARONE, Eugenio, *et.al.*, 1927)

4.4.10. Envase

Nada mais é do que o processo de engarrafamento, no caso de garrafas e latas, e de embarrilamento, no caso de barris, do produto pronto. Este procedimento é realizado em um equipamento denominado de enchedora no caso de engarrafamento, e para a segunda opção, em máquinas de embarrilamento. (DRAGONE, G; SILVA, J. B. A, 2010).

Imagem 8- Fluxograma do processo industrial de fabricação de cerveja



FONTE: Site Ebah

Onde:

- 1 e 2- Recebimento e armazenagem do malte
- 3- Moagem do malte
- 4- Mosturação
- 5- Filtração

6 e 7 - Fervura
8- Resfriamento
9- Fermentação
10- Maturação

11 e 12 – Segunda filtração
13 – Acabamento (Carbonatação)
14, 15 e 16- Envasamento
17- Pasteurização

4.5. Classificação / tipos de cervejas

As cervejas são classificadas e acordo com diferentes critérios

4.5.1. Quanto ao extrato primitivo

Quanto à esse critério, a cervejas são divididas em:

- Leve: apresenta extrato primitivo igual ou superior a cinco e inferior a dez e meio por cento em peso.
- Comum: apresenta extrato primitivo igual ou superior a dez e meio e inferior a doze por cento em peso.
- Extra: apresenta extrato primitivo igual ou superior a doze e inferior a quatorze por cento em peso.
- Forte: apresenta extrato primitivo superior a quatorze por cento em peso.

4.5.2. Quanto a cor

Quanto a esse critério, a cervejas são divididas em:

- Cerveja clara: a que tiver cor correspondente a menos de vinte unidades EBC (European Brewery Convention).
- Cerveja escura: a que tiver cor correspondente a vinte ou mais unidades EBC (European Brewery Convention).
- Cerveja colorida: aquela que por ação de corantes naturais, apresentar coloração diferente das definidas no padrão EBC (European Brewery Convention).

4.5.3. Quanto ao teor alcoólico

Quanto a esse critério, a cervejas são divididas em:

- Cerveja sem álcool: quando seu conteúdo em álcool for menor que meio por cento de seu volume, não sendo obrigatória a declaração no rótulo do conteúdo alcoólico

- Cerveja com álcool: quando seu conteúdo em álcool for igual ou superior a meio por cento em volume, devendo obrigatoriamente constar no rótulo o percentual de álcool em volume

4.5.4. Quanto a fermentação

Quanto a esse critério, as cervejas são divididas em:

- Cerveja de baixa fermentação
- Cerveja de alta fermentação

Quanto aos estilos de cervejas, existe duas principais famílias, as Ales (alta fermentação) e as Lagers (baixa fermentação), sendo esta última a mais produzida e consumida aqui no Brasil. Cada família contém inúmeros outros estilos de cerveja.

As cervejas da família das Ale, que são as cervejas de alta fermentação, geralmente possuem maior corpo e de paladar frutado. Mas os seus gostos e aromas são os mais variados. As mais conhecidas são:

- **PALE ALES:** São as Ales claras, com graduação alcoólica até 6%. Foram criadas para competirem com as cervejas Pilsen durante a Segunda Guerra Mundial, portanto compartilham a característica de serem mais suaves. É um dos maiores grupos de cerveja e possui alguns subtipos ou subnomes.
- **ALTBIER:** ou simplesmente Alt, proveniente da região de Düsseldorf na Alemanha, seguem o estilo antigo de produção de Ales, antes mesmo do surgimento das Lagers. É muitas vezes considerada uma ligação entre as cervejas Ales e as Lagers, por ser feita com fermento de Ale porém fermentada em temperatura de Lagers. Podem ser Dusseldorf Altbier ou Northern German Altbier. Um exemplo desse último estilo é a holandesa Grolsch Amber Ale.
- **STRONG ALE:** Denominação genérica que inclui uma variada gama de cervejas que podem ser claras ou escuras. Possuem alto teor alcoólico, que vai de 6 e pode chegar a 12%. Podem ser saborosas e balanceadas, “inserindo” harmoniosamente o álcool no conjunto, ou podem ser simplesmente fortes e desbalanceadas, evidenciando a graduação alcoólica.

- **STOUT:** Cervejas negras opacas, dotadas de forte sabor de chocolate, café e malte torrado, pouca carbonatação. Sua origem remonta à época em que parte da produção das cervejarias inglesas era destinada à Rússia e aos países bálticos. Para suportar a viagem, essas cervejas possuíam – assim como possuem hoje – alto teor alcoólico, variando de 8 a 12%.

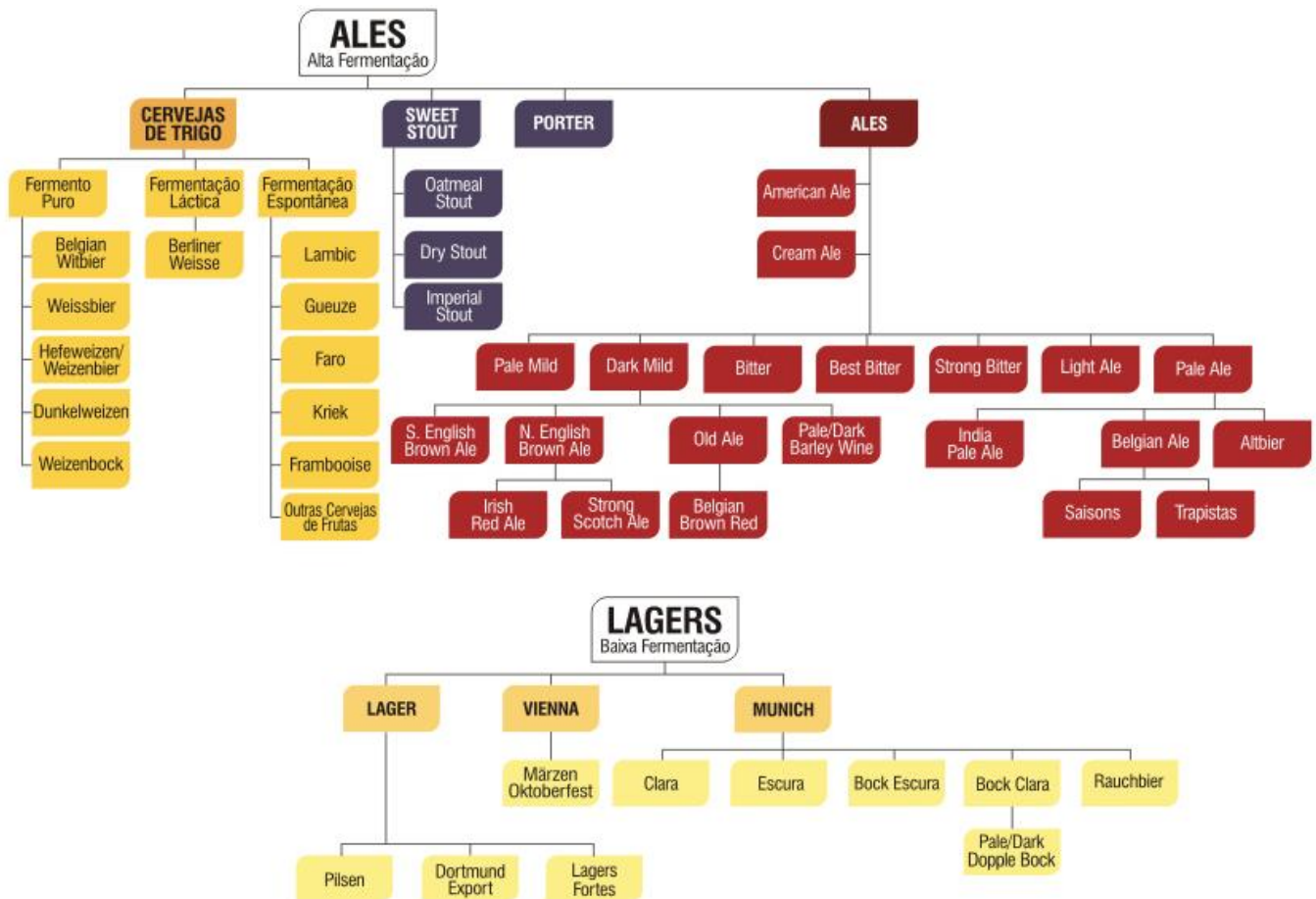
Já as cervejas da família das Lagers, que são as de baixa fermentação, na sua grande maioria são estilos de cervejas mais leves e claras, mas também temos dentro dessa família uma grande variedade de cores, aromas, potência de corpo e complexidade. Alguns exemplos de estilos da família Lager mais conhecidas são:

- **PILSNER:** a Pale Lager original, desenvolvida como receita da cerveja Pilsner Urquell. São caracterizadas por um lúpulo acentuado no aroma e sabor. Também chamadas de Pilsener e Pilsen. Podem aparecer em 2 estilos um pouco diferentes, principalmente devido à escola: Bohemian/Czech Pilsner, representada pela Pilsner Urquell e Budweiser Budvar/Czechvar, ambas Tchecas e meio difíceis de encontrar; German Pilsner, facilmente encontradas nas representantes Bitburger, Warsteiner, König Pilsener, Spaten Pils.
- **AMERICAN LAGER:** cerveja leve e refrescante, feita para matar a sede e para serem bebidas bem geladas. É o tipo das cervejas mais populares dos Estados Unidos, com exemplos como *Budweiser*, *Coors* e a australiana *Foster's*. A maioria das cervejas populares no Brasil, como *Brahma*, *Skol*, *Kaiser* e *Antarctica*, são American Lagers, mesmo que elas se intitulem no rótulo e descrição no verso como Pilsen, talvez até devido a convenção nacional para a classificação de cervejas.
- **DARK LAGERS:** Lagers escuras também são bastante comuns. Aqui no Brasil as malzbiers são bem comuns
- **BOCK:** A palavra Bock é resultado da quebra da palavra EinBeck, cidade natal deste tipo de cerveja. Em alemão também significa cabrito. Por isso algumas cervejas colocam imagens deste animal em cervejas do tipo Bock. Por tradição são avermelhadas, mas podem ser também de cor marrom. Possuem um complexo sabor maltado devido às misturas de maltes de Viena e Munique. A graduação alcoólica é alta, indo normalmente de 6% nas Bocks Tradicionais até 10% nas Doppelbock e

14% nas Eisbock, tipos diferentes de Bock. Outra variação de Bock é a Maibock ou Helles Bock, uma bock clara, de até 7,4% de álcool.

Como mostra de forma resumida a imagem 9, existe muitos outros estilos dentro dessa família.

Imagem 9- Esquema representando alguns estilos de cerveja de cada tipo de cerveja



FONTE: site Papo de Bar

4.6. Parâmetros físico-químicos envolvidos na qualidade da cerveja

4.6.1. Densidade

Segundo Andrade et al. (2004) densidade absoluta (p) ou massa específica de uma substância qualquer de massa (m) e volume (V) é definida por:

$$p = \frac{m}{V} \quad (1)$$

Ou seja, é a razão entre a massa de um corpo pelo volume que o mesmo ocupa.

Já a densidade relativa é definida pela razão entre as densidades absolutas de duas substâncias

$$p = \frac{p_1}{p_2} \quad (2)$$

Onde p_2 é geralmente escolhida como padrão. É comum considerar a água como tal padrão, pois além da conveniência de sua abundância, sua densidade absoluta. (P da água $\cong 1,00 \text{ g/cm}^3$ para temperatura ambiente (25°C)).

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

4.6.2. Teor de álcool

Teor alcoólico nada mais é do que a expressão da percentagem de álcool em um líquido. Em relação a bebidas alcoólicas este percentual é expresso em teor volumétrico medido com o densímetro.

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.

4.6.3. Acidez total

Os métodos que avaliam a acidez total titulável resume-se em titular com soluções de alcalinidade padrão para determinar a acidez do produto ou de soluções aquosas ou alcoólicas do produto e, em certos casos, os ácidos graxos obtidos por lipídios. Pode ser expressa em mL de solução molar por cento ou em gramas do componente ácido principal (IAL, 2008).

Segundo Costa (2010) as medidas físicas são envolvidas de duas maneiras: na identificação do ponto de viragem e na quantidade de reagente consumido.

De acordo com Oliveira (2010), determinação da acidez total na bebida tem importância para a caracterização e padronização da bebida, para o reconhecimento de fraudes, controle de alterações indesejáveis por microrganismos entre outros fatores.

4.6.4. Extrato seco total

De acordo com Rizzon (1996), 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 são sais orgânicos e minerais, compostos fenólicos, açúcares e polissacarídeos.

A determinação do extrato seco tem sua importância na questão da fiscalização da legislação europeia e brasileira da relação álcool/extrato reduzido. Essa relação é utilizada para detectar a adição de álcool, água ou açúcar a cerveja antes do engarrafamento. (MARTINS, 2007)

4.6.5. Açúcar redutor em maltose

Segundo Costa (2010) chama-se Açúcares Redutores ou simplesmente AR a todos os açúcares capazes de reduzir o cobre (Cu) de uma solução cupro-alcalina do estado cúprico (Cu^{2+}) para o cuproso (Cu^+).

Os açúcares redutores são as pentoses e as hexoses. As hexoses (glicose e frutose), são açúcares fermentescíveis, utilizados como alimento pelas leveduras e são os precursores diretos do etanol, mas também podem ser consumidos por bactérias, e as pentoses (arabinose e xilose), não são fermentáveis.

4.6.6. pH

A determinação e controle do pH tem grande importância, pois tem grande influência em diversos fatores, como o crescimento de microbiano (pois o pH determina a resistência do meio a alterações microbianas), na intensidade da cor, em atividades enzimáticas, o sabor entre outros fatores. (OLIVEIRA E. S., 2010).

Tabela 4 - Valores padrões estabelecidos pela ANVISA decreto nº2.314/1997 BRASIL, 1997.

DETERMINAÇÕES	VALORES TEÓRICOS
<i>Densidade relativa (g)</i>	1,007 – 1,022
<i>Teor alcoólico (°gl)</i>	2,0 – 4,5
<i>Extrato (%)</i>	2,0 – 7,0
<i>Acidez (% ácido láctico)</i>	0,1 – 0,3
<i>Maltose</i>	0,6 – 2,3
<i>Grau sacarométrico</i>	11,0 – 12,5
<i>Grau de fermentação</i>	< 50: baixa fermentação 50 – 60: média fermentação > 60: alta fermentação

FONTE: ANVISA

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1. Amostras

Foram selecionadas quatro marcas de cerveja do tipo *Pilsen* com alta procura pelos consumidores. As amostras utilizadas nesse projeto foram obtidas em um supermercado da cidade de Dourados MS, compradas no mesmo dia e armazenadas nas mesmas condições.

5.2. Determinação de densidade

A densidade a 20°C é determinada pela medida da frequência da oscilação do tubo em U do densímetro preenchido com a amostra, comparada com as frequências de oscilação quando preenchido com água pura ou com padrões determinados.

5.2.1. Materiais

- Proveta de 250 mL
- Densímetro

5.2.2. Procedimento

Encheu-se a proveta com a amostra e em seguida foi inserido o densímetro de forma que boiou livremente na amostra. Com o densímetro boiando na amostra, anotou-se o número que apareceu na escala interna onde o nível da amostra estava encostando no densímetro. (Foi feita a devida correção de acordo com a temperatura de calibração do densímetro)

5.3. Determinação do teor de álcool

Este método é aplicável para a determinação da porcentagem de álcool em volume a 20°C em bebidas alcoólicas. A graduação alcoólica (% em volume) é obtida pela tabela de conversão da densidade relativa a 20°C/20°C determinada no destilado alcoólico da amostra. Algumas amostras não requerem destilação, como, por exemplo, bebidas destiladas, destilo-retificadas e misturas água-álcool. (IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008)

5.3.1. Materiais

- Sistema de destilação simples para bebidas alcoólicas

5.3.2. Procedimento

Após montado o sistema de destilação simples para a destilação das bebidas alcoólicas, foi adicionado em um balão de 100 mL da bebida e em seguida, conectou-se ao sistema de refrigeração. Recolheu-se 90 mL de destilado transferindo-o para um balão volumétrico de 100 mL completando o volume com água destilada.

O destilado foi transferido para uma proveta de 100 mL a 20°C e depois foi inserido o densímetro para a realização da leitura direta. Com o auxílio de uma tabela disponibilizada pelo MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento foi encontrado o valor do teor alcóolico de acordo com o valor da densidade do destilado. (ZENEON; PASCUET; TIGLEA, 2008).

5.4. Determinação da acidez total

Este método baseia-se na titulação de neutralização dos ácidos com solução padronizada de álcali, com o uso de indicador fenolftaleína ou com o pHmetro até o ponto de equivalência. A acidez total é expressa em g de ácido acético por 100 mL de amostra.

5.4.1. Materiais

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

5.4.2. Reagentes e Soluções

- Solução de Hidróxido de sódio 0,1 N
- Solução de Fenolftaleína a 1% (m/v)

5.4.3. 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.

$$At = \frac{1000 \times f \times v \times N}{V} \quad (3)$$

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

$$At = \frac{f \times v \times N \times Eg(\text{ác.láctico}) \times 100}{m} \quad (4)$$

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.

5.5. Extrato seco total

Este método é aplicado à amostras de bebidas alcoólicas e baseia-se na pesagem do resíduo após a evaporação da água e álcool por aquecimento.

5.5.1. Materiais

- Balança analítica
- Banho Maria
- Estufa
- Cápsula de porcelana (Cadinho)
- Dessecador
- Pipeta volumétrica de 20 mL

5.5.2. 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. 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 resfriar até a temperatura ambiente e depois pesou-se novamente..

$$\% EST = \frac{100 \times P}{V} \quad (5)$$

Onde:

- % EST = Extrato seco em percentagem.
- P = massa do resíduo, em g.
- V = Volume da amostra, em mL.

5.6. Determinação de açúcar redutor em maltose

5.6.1. 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

5.6.2. Reagentes e soluções

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

5.6.3. 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.

5.6.4. 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:

$$F_{eq} = \frac{m \times V}{100} \quad (6)$$

Onde:

- F_{eq} = fator de equivalência da maltose.
- m = massa de maltose.
- V = volume gasto na titulação.

5.6.5. 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

conclui-se a titulação com a mudança de coloração.

$$\% \text{ maltose} = \frac{A \times a}{v \times V} \times 100 \quad (7)$$

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:

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

5.7. Determinação do pH

5.6.1 Materiais e equipamentos

- pHmetro.
- Becker de 100 ml.

5.6.2. 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.

5.8. Grau Sacarométrico

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

$$GS = \frac{100 \times (\text{Extrato} + 2,0665 \times \text{Teor Alcoólico})}{100 + 1,065 \times \text{Teor Alcoólico}} \quad (9)$$

5.9. Grau de Fermentação

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

$$GF = 100 X \frac{\text{Grau Sacarométrico-Extrato}}{\text{Grau Sacarométrico}} \quad (10)$$

6. RESULTADO E DISCUSSÃO

Tabela 5 - Valores experimentais obtidos

DETERMINAÇÕES	MARCA A	MARCA B	MARCA C	MARCA D	PADRÃO
<i>Densidade relativa (g)</i>	1,010	1,012	1,003	1,002	1,007 – 1,022
<i>Teor alcoólico (°gl)</i>	4,30	4,46	4,16	4,08	2,0 – 4,5
<i>Extrato (%)</i>	3,76	3,79	3,63	3,58	2,0 – 7,0
<i>Acidez (% ácido láctico)</i>	0,141	0,191	0,150	0,134	0,1 – 0,3
<i>pH</i>	4,16	4,07	4,36	3,98	3,5 – 4,5
<i>Maltose (%)</i>	1,51	1,48	1,81	1,59	0,6 – 2,3
<i>Grau sacarométrico</i>	12,09	12,41	11,70	11,51	11,0 – 12,5
<i>Grau de fermentação</i>	68,89	69,46	68,97	68,89	< 50: baixa fermentação 50 – 60: média fermentação > 60: alta fermentação

A importância do controle do pH se deve ao fato de manter a cerveja isenta de microorganismo patogênicos, principalmente o *Clostridium botulinum*, bactéria que causa o botulismo, e evita posteriores contaminações (HOFFMANN, 2001). De acordo com as análises realizadas neste trabalho, as quatro marcas apresentam pH dentro dos valores esperados.

A densidade também tem sua importância, ela permite determinar aproximadamente o extrato seco e o teor de açúcar nas cervejas. Através de sua determinação 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. Em relação aos valores obtidos, as marcas A e B analisadas obedecem a norma padrão, já as marcas C e D estão um pouco abaixo do valor permitido.

O álcool é proveniente da fermentação alcoólica do açúcar do mosto. O teor alcoólico ficou dentro dos padrões estabelecidos pela ANVISA e próximo do expresso no rótulo de cada amostra.

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, ela é expressa em ácido láctico por que é esta que é utilizado para a correção da acidez. A acidez na cerveja é importante para a sua caracterização e padronização, reconhecimento de fraudes, controle de alterações indesejáveis por microorganismos.

Em relação ao extrato seco, conjunto de todas as substâncias que não se volatilizam em determinadas condições físicas com o mínimo de alterações, todas as marcas se apresentaram dentro dos padrões estabelecidos pela ANVISA.

A análise de açúcar redutor em maltose apresentou resultados com o preconiza a legislação. Caso o resultado fosse superior ao máximo permitido indicaria falha na fermentação e conseqüentemente baixo teor alcoólico.

Todas as análises, realizadas neste trabalho, mostraram que as cervejas estão de acordo os padrões estabelecidos da ANVISA. 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. Outro fator que pode ter influenciado, é o fato das amostras utilizadas para determinar a porcentagem de extrato seco terem ficado fora da embalagem original dentro de uma geladeira, em presença de outras substâncias.

7. CONCLUSÃO

Ao que se refere as marcas selecionadas para este trabalho, comercializadas na região de dourados Mato grosso do Sul, todas se apresentam dentro dos valores aceitáveis previsto pela ANVISA decreto nº 2.314/97, o que elimina situações de fraudes entre outros problemas.

Porém, o grau de fermentação, que indica o tipo de fermentação da cerveja (de alta ou baixa fermentação) se mostrou discrepante com a teoria. Os valores obtidos indicam uma bebida de alta fermentação, sendo que a cerveja do tipo *Pilsen*, pertencem a família Lager, de baixa fermentação. Isso pode ser explicado pela falta de estrutura e equipamentos adequados para este tipo de análise, que exige precisão e exatidão.

8. 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: 13/03/2016

AQUARONE, E. LIMA, U.A. e BORZANI, W. - Tecnologia das fermentações . São Paulo, Edgard Blucher, 1975.

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

AQUARONE, E.;BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U.A. Biotecnologia Industrial. São Paulo, Edgard Blücher Ltda, vol.4, 2001

ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE CERVEJA DE PORTUGAL (APCV). Cerveja e cultura: história e tradição. Disponível em: <<http://www.apcv.pt/cevejacultura.php>>. Acesso em: 14/03/2016.

AZARIAS, J. P. et al. A indústria cervejeira. Apucarana PR, Título de Graduação UTFPR, 2014. 30 p.

BEERCAST BRASIL. Um podcast onde cerveja é o tema principal. Disponível em: <http://www.beercast.com.br/>. Acesso em 05 de Março de 2016.

BEERLIFE. Agua, a base para uma boa cerveja. Disponível em: <http://www.beerlife.com.br/ed4/materia_prima.asp>. Acesso em: 10 Março de 2016

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.

BREJAS – O que é cerveja? Disponível em <<http://www.brejas.com.br/cerveja.shtml>>. Acesso em: 10 de Março de 2016

BRIGIDO, R. V; NETTO, M. S – Produção de cerveja. Universidade federal de Santa Catarina, departamento de engenharia química e alimentos, 2006.

BS BIOS- Energia Renovável. Disponível em: <<http://www.bsbios.com/pages/cevada/>>. Acesso em: 15 de Março de 2016

CEREDA, M.P. Cervejas. In: AQUARONE, E.; LIMA, U.A; BORZANI, W. Alimentos e bebidas produzidos por fermentação. São Paulo, Edgar Blucher, p.3-78, 1983.

CERVEJA NA GUELA. Tipos de cerveja. Disponível em: <<http://cervejanaguela.blogspot.com.br/2010/08/tipos-de-cerveja.html>>. Acesso em 15 de Março de 2016.

CONDADO DA CERVEJA. Processo de produção. Disponível em: <<http://www.condadodacerveja.com.br/category/processo-de-producao/> Ebah>. Acesso em: 20 de Março de 2016.

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.

DA MESOPOTAMIA A MODERNIDADE - A cerveja tem história. **Revista Wine Style**. Edição 33 especial. 2011. Disponível em: <http://www.artwine.com.br/revista/conteudo-wine-style-edicao-33-ano-2011>. Acesso em 16 de Março de 2016

DRAGONE, G; SILVA, J. B. A, CERVEJA. In FILHO, W. G. V. Bebidas Alcoolicas – Ciência e Tecnologia. Volume 1. Capítulo 2. p. 15-50, 2010.

ENGARRAFADOR MODERNO. Ingredientes: o equilíbrio da cerveja. Disponível em: <<http://engarrafadormoderno.com.br/ingredientes/equilibrio-da-cerveja>>. Acesso em: 05 de Abril de 2016.

EVANGELISTA, R. R. Análise do processo de fabricação industrial de cerveja. São

Paulo, Título de graduação, Fatec Araçatuba, 2012, 50 p.

FIGUEIREDO, Anna Malaguti; CARVALHO, Luiza Lima De. Produção e avaliação sensorial de cerveja utilizando farinha de banana verde como adjunto de malte. Poços de Caldas MG. Título de Graduação. UNIFAL. 2014

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

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

MASTERBREWERS - Brewers store. Lúpulo Cascade em Pellet. Disponível em: <<http://www.masterbrewers.com.br/lupulo-cascade-em-pellet>>. Acesso em 05 de Abril de 2016.

MEGA, J. F. et. al. A produção da cerveja no Brasil. Mato Grosso do Sul, UNEMAT, 2011, Vol. 1, No. 1, 34 p.

MESTRE CERVEJEIRO – A cultura da cerveja. Famílias e Estilos de cerveja. Disponível em: <<http://engarradormoderno.com.br/ingredientes/equilibrio-da-cerveja>>. Acesso em: 05 de Abril de 2016.

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

OLIVEIRA, S. E. Produção do vinho espumante pelo método Champenoise. Rio Grande Do Sul, Título de graduação, IFRS, 2010. 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.

RUSSEL, I.; TEWART, G.G. Brewing. In: REHM, HJ.; REED, G. ed. Biotechnology. New York: VCH, v.9, cap.11, 1995.

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

SCIENCE NEWS. For yeast life span, calorie restriction may be a wash. Disponível em: <<https://www.sciencenews.org/article/yeast-life-span-calorie-restriction-may-be-wash>>.

Acesso em: 05 de Abril de 2016.

SEILD, C. O catecismo da Cerveja. São Paulo: SENAC Editora, 385 p., 2003

SENAI. Conheça a Cerveja. Rio de Janeiro: Setor de Documentação Bibliográfica do CENATEC de Produtos Alimentares do SENAI – DR/RJ, Vassouras, 1997.

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.

SILVA, P. H. A ; FARIA, F. C. Avaliação da intensidade de amargor e do seu princípio ativo em cervejas de diferentes características e marcas comerciais. Ciência e Tecnologia de Alimentos, vol. 28, núm. 4, outubro-dezembro, 2008, pp. 902-906 Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos Campinas, Brasil.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA CERVEJEIRA (Sindcerv). Tipos de cerveja. Disponível em: <<http://www.sindicerv.com.br/tipo-cerveja.php>>. Acessado em: 12/04/ 2016.

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

Tradução do livro “Beer & Health” publicado pela CBMC (The Brewers of Europe). 1º Simpósio CBMC dedicado ao tema “Cerveja e Saúde”, realizado em Bruxelas em Novembro de 1999. Disponível em: http://www.apcv.pt/pdfs/943920000_7.CONCLUSOES_DO_1_SIMPOSIOBEER&HEALTH_200303.pdf.

TSCHOPE, E.C. Microcervejarias e ervejarias. A História, a Arte e a Tecnologia. São Paulo: Editora Aden, 223p. 2001

VILLAVECHIA, V. Tratado de química analítica da. 3ed. Barcelona, Gustavo Gilil, 1963