



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI**  
**CAMPUS ALTO PARAÓPEBA**  
**ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS**

**ANÁLISE E REVISÃO DA PRODUÇÃO DE CERVEJA TIPO PALE**  
**ALE ARTESANAL**

Augusto Facchini Rodrigues

Orientador: Ricardo de Carvalho Falcão

Ouro Branco

Junho de 2015

# **ANÁLISE E REVISÃO DA PRODUÇÃO DE CERVEJA TIPO PALE ALE ARTESANAL**

Augusto Facchini Rodrigues

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado em cumprimento às  
exigências do Curso de Bacharelado  
em Engenharia de Bioprocessos da  
Universidade Federal de São João  
del-Rei.

Orientador: Ricardo de Carvalho Falcão

Ouro Branco

Junho de 2015

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI**  
**CAMPUS ALTO PARAÓPEBA**  
**ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS**

**ANÁLISE E REVISÃO DA PRODUÇÃO DE CERVEJA TIPO PALE**  
**ALE ARTESANAL**

Augusto Facchini Rodrigues

A Banca Examinadora, composta pelos membros abaixo, avaliou este TCC:

---

Ricardo de Carvalho Falcão - Orientador

---

Antônio Helvécio Tótola - Examinador 1

---

Brener Magnabosco Marra - Examinador 2

Ouro Branco, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

## **RESUMO**

A cerveja é caracterizada por ser uma bebida não destilada e proveniente da fermentação do malte de cevada, trigo e outros cereais. Sua composição pode incluir adjuvantes (antiespumantes, antioxidantes) e diversos tipos de lúpulos. No ranking das bebidas mais consumidas no mundo, a cerveja, atualmente, se encontra em segundo lugar, ficando atrás somente para água. Este trabalho tem como objetivo analisar os processos envolvidos e quantificar as grandezas relevantes na produção de uma cerveja do tipo Pale Ale. Para tanto, realizou-se uma fabricação de cerveja artesanal no laboratório de biotecnologia do campus Alto Paraopeba. O processo de fabricação da cerveja perlongou por 29 dias, partindo da moagem dos grãos até o envase. O rendimento em volume da fabricação da cerveja foi de 62,5% e as características da cerveja referentes ao teor alcoólico (6,10%) e ao extrato primitivo (14,27%) foram de alto teor alcoólico e forte, respectivamente. A cerveja fabricada obteve uma aceitação “gostei moderadamente” de acordo com escala hedônica empregada no teste de aceitação envolvendo 58 avaliadores, sem que houvesse diferença substancial na aprovação desta entre os sexos. Nesse sentido, a fabricação da cerveja tipo Pale Ale indica um possível mercado nacional, o que condiz com a atual conjuntura do cenário brasileiro.

# SUMÁRIO

|                                                              |             |
|--------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>RESUMO.....</b>                                           | <b>IV</b>   |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>                               | <b>VII</b>  |
| <b>ÍNDICE DE TABELAS .....</b>                               | <b>VIII</b> |
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>                                    | <b>9</b>    |
| <b>2 OBJETIVOS.....</b>                                      | <b>9</b>    |
| 2.1 Objetivo geral .....                                     | 9           |
| 2.2 Objetivos específicos.....                               | 9           |
| <b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>                          | <b>10</b>   |
| 3.1 História da cerveja .....                                | 10          |
| 3.2 Matérias-primas.....                                     | 12          |
| 3.2.1 Água.....                                              | 12          |
| 3.2.2 Malte e cevada .....                                   | 13          |
| 3.2.3 Lúpulo .....                                           | 14          |
| 3.2.4 Levedura .....                                         | 14          |
| 3.2.5 Adjuntos .....                                         | 15          |
| 3.2.6 Aditivos.....                                          | 15          |
| 3.3 Classificação e tipos de cervejas.....                   | 16          |
| 3.4 Mercado.....                                             | 21          |
| 3.5 Processo e procedimento para fabricação de cerveja ..... | 22          |
| 3.5.1 Malteação.....                                         | 22          |
| 3.5.2 Moagem .....                                           | 24          |
| 3.5.3 Mosturação.....                                        | 24          |
| 3.5.4 Filtração do Mosto .....                               | 25          |
| 3.5.5 Fervura do Mosto .....                                 | 25          |
| 3.5.6 Tratamento e Resfriamento do Mosto.....                | 26          |
| 3.5.7 Fermentação .....                                      | 26          |
| 3.5.8 Maturação .....                                        | 29          |
| 3.5.9 Acabamento .....                                       | 29          |
| 3.5.10 Envase e pasteurização .....                          | 29          |
| 3.6 Análise sensorial .....                                  | 30          |
| 3.7 Teor alcoólico e extrato primitivo .....                 | 30          |

|          |                                                    |           |
|----------|----------------------------------------------------|-----------|
| <b>4</b> | <b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>                   | <b>31</b> |
| 4.1      | Materiais .....                                    | 31        |
| 4.2      | Instrumentos .....                                 | 32        |
| 4.3      | Métodos .....                                      | 32        |
| 4.3.1    | <i>Fabricação da cerveja do tipo Pale Ale.....</i> | <i>32</i> |
| <b>5</b> | <b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>                | <b>37</b> |
| 5.1      | Teor Alcoólico e extrato primitivo.....            | 38        |
| 5.2      | Análise sensorial .....                            | 39        |
| <b>6</b> | <b>CONCLUSÃO .....</b>                             | <b>45</b> |
| <b>7</b> | <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>            | <b>46</b> |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1</b> – Representação de um fermentador de cerveja Ale e Lager. ....                                                  | 17 |
| <b>Figura 2</b> – Divisão de cervejas tipo Ale em estilos e sub-estilos. ....                                                   | 19 |
| <b>Figura 3</b> – Divisão de cervejas tipo Lager em estilos e sub-estilos. ....                                                 | 20 |
| <b>Figura 4</b> – Diagrama com condições ideais para estocagem. ....                                                            | 23 |
| <b>Figura 5</b> – Esquema do metabolismo da levedura <i>Saccharomyces cerevisiae</i> em processo de fermentação alcoólica. .... | 28 |
| <b>Figura 6</b> – Recirculação do mosto. ....                                                                                   | 34 |
| <b>Figura 7</b> – Recirculação do mosto. ....                                                                                   | 34 |
| <b>Figura 8</b> – Cama de grãos de cevada após a lavagem. ....                                                                  | 35 |
| <b>Figura 9</b> – Medição da densidade com o auxílio de um densímetro. ....                                                     | 36 |
| <b>Figura 10</b> –Envase da cerveja. ....                                                                                       | 36 |
| <b>Figura 11</b> –Envase da cerveja. ....                                                                                       | 37 |
| <b>Figura 12</b> –Ficha do teste de aceitação. ....                                                                             | 40 |
| <b>Figura 13</b> –Dados das amostras referentes à impressão global. ....                                                        | 42 |
| <b>Figura 14</b> –Dados das amostras referentes ao sabor. ....                                                                  | 42 |
| <b>Figura 15</b> –Dados das amostras referentes ao aroma. ....                                                                  | 43 |
| <b>Figura 16</b> –Dados das amostras referentes à cor. ....                                                                     | 43 |

## ÍNDICE DE TABELAS

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 1</b> – Características da água .....                                           | 13 |
| <b>Tabela 2</b> – Consumo Per Capita e Consumo Total no Brasil. ....                      | 21 |
| <b>Tabela 3</b> – Crescimento na produção de cerveja mundial. ....                        | 22 |
| <b>Tabela 4</b> – Relação de enzimas e suas respectivas temperaturas e<br>pH ótimos. .... | 25 |
| <b>Tabela 5</b> – Rampa de temperaturas durante a mosturação .....                        | 33 |
| <b>Tabela 6</b> – Dados coletados durante a fermentação.....                              | 38 |
| <b>Tabela 7</b> – Dados coletados durante a maturação.....                                | 38 |
| <b>Tabela 8</b> – Dados do teste de aceitação. ....                                       | 40 |
| <b>Tabela 9</b> – ANOVA dos dados referentes à impressão global. ....                     | 44 |
| <b>Tabela 10</b> – ANOVA dos dados referentes ao sabor. ....                              | 44 |
| <b>Tabela 11</b> – ANOVA dos dados referentes ao aroma. ....                              | 44 |
| <b>Tabela 12</b> – ANOVA dos dados referentes à cor. ....                                 | 44 |

# 1 INTRODUÇÃO

No ranking das bebidas mais consumidas no mundo, a cerveja, atualmente, se encontra em segundo lugar, ficando atrás somente para água. Sua origem advém de milênios, com o conhecimento das mais antigas civilizações, como os sumérios.

A cerveja é caracterizada por ser uma bebida não destilada e proveniente da fermentação de cereais principalmente do malte de cevada e trigo. Sua composição pode incluir adjuvantes (antiespumantes, antioxidantes) e diversos tipos de lúpulos (BAMFORTH, 2002).

Existem basicamente dois grandes grupos de cervejas, as de alta e baixa fermentação. Dentro destes grupos encontram-se outros muitos tipos em que a diferença se baseia no malte, lúpulo e outras matérias primas utilizadas, teor alcoólico, processo de fabricação, cor e local.

As cervejas de alta fermentação são chamadas de Ales, enquanto as de baixa fermentação possuem a nomenclatura de Lagers. A diferença entre as duas se deve à espécie de levedura empregada e temperatura de processo, em que a fermentação das Ales são realizadas pela *Saccharomyces cerevisiae* e a uma temperatura mais alta. Já as Lagers empregam como fermento a *Saccharomyces uvarum* e uma temperatura mais baixa.

No que se referem ao teor alcoólico, as cervejas podem variar entre 0,0% (cervejas sem álcool) e 9% (Imperial IPA) geralmente. As “cervejas sem álcool” ou cervejas não alcoólicas podem ser produzidas por diversos processos como fermentação interrompida, destilação e osmose reversa.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 *Objetivo geral*

O presente trabalho tem como foco a fabricação de cerveja do tipo Pale Ale, além de compreender e descrever todas as etapas de um processo cervejeiro, considerando todos os parâmetros necessários para aperfeiçoar a produção.

### 2.2 *Objetivos específicos*

Avaliar parâmetros da cerveja fabricada neste projeto.

- Teor alcoólico

- Extrato primitivo
- Qualidade

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 *História da cerveja*

A palavra cerveja é derivada da palavra “cervisiae” do latim, que é relacionada à deusa Ceres.

A cerveja é uma bebida alcoólica carbonatada produzida através da fermentação de cereais, como cevada, trigo e outros. Sua origem é incerta quanto à data, com historiadores divergindo sobre os relatos datados de 8000 a.C., em que, acidentalmente, descobriram uma bebida fermentada paralelamente aos processos de fermentação de cereais e outros relatos de 4.000, 5.000 a.C com o surgimento de uma bebida alcoólica produzida pelos sumérios e egípcios (EHRHARDT; SASSEN, 1995).

A prova arqueológica – uma placa de barro encontrada na região de Tepe Gawra – mais consistente advém dos sumérios, em que estes fabricavam uma massa consistente a partir do sorgo, que após o cozimento, era consumida como pão. Este pão, com a ação do tempo, fermentava em contato com umidade, transformando-se em um “pão líquido”, em que este seria a bebida alcoólica que se assemelhava a cerveja atual. (EHRHARDT; SASSEN, 1995).

Na placa de barro se observa duas figuras bebendo um pote contendo possivelmente cerveja, em que estas figuras usam palhas para aspirar a bebida e não ingerir os resíduos sólidos. Ainda se encontra a receita de cerveja que seria o próprio hino a Ninkasi, a deusa da cerveja dos Sumérios. O nome mais adequado para a cerveja dos sumérios é sikaru (EHRHARDT; SASSEN, 1995).

A produção de cerveja por esse povo era realizada pelas mulheres que eram responsáveis pelo pão e pela bebida. As mulheres também eram responsáveis por manter as tabernas, “casas de cerveja”. Para a fabricação da cerveja, era destinado cerca de 40% da produção de cereais. Este tipo de cerveja ainda é fabricado no Egito (AQUARONE; LIMA; BORZANI, 1983).

O grande salto na produção de cerveja veio com avanços tecnológicos e culturais dos babilônios, por volta de 2.000 a.C. Estima-se que nessa época existiam aproximadamente 200 tipos de cerveja, com diferentes combinações de cereais, mel e plantas aromáticas. Os mestres cervejeiros, que continuavam sendo mulheres, eram bem respeitados (RESENDE, 2004).

Nesse período, o rei Hammurabi criou um código de leis que determinava que todos teriam direito a uma quantidade de cerveja por dia: trabalhadores normais recebiam 2 litros, funcionários públicos 3 litros e administradores e sacerdotes recebiam 5 litros. Além disso, Hammurabi criou uma lei que protegia a boa qualidade da cerveja, em que alguém que servisse uma cerveja de má qualidade seria punido com a morte por afogamento (REINOLD, 1997).

A produção de cerveja pelos babilônios era tão intensa que os mesmos exportavam a bebida para o Egito.

No Egito, além de ser um bem alimentar, a cerveja era empregada como remédio para certas doenças e possuía grande importância religiosa, em que era colocada junto aos túmulos e também serviam de oferenda para acalmar a ira dos deuses. Os egípcios que introduziram a técnica da brassagem no fabrico da cerveja (CADORIN, 2003).

Não tão influente como os sumérios, egípcios e mesopotâmios, os chineses e japoneses também produziam cerveja. Os chineses produziam a bebida com base na fermentação dos grãos de arroz, denominada de Samshu e Kin. No Japão, era produzido o saké a base da fermentação de arroz (EHRHARDT; SASSEN, 1995).

A elite grega e romana, que aprenderam a fabricação com os egípcios, rejeitaram a cerveja frente ao vinho e assim a cerveja se tornou uma bebida popular, consumida pela classe mais desfavorecida e se tornou comum entre gauleses e germanos (DIAS).

Os nórdicos dedicavam poemas a cerveja. No leste europeu, a kvass e a braga, cervejas com baixo teor alcoólico eram consumidas largamente.

Com o passar do tempo, a cultura da cerveja foi se disseminando pelo mundo e hoje não há cultura que desconheça tal bebida.

Grande responsável pela disseminação da cerveja pelo mundo, os mosteiros na Idade Média fabricavam cerveja para peregrinos, abrigados e para os próprios monges em dias de jejum, o que incentivou a melhoria na técnica de produção e na palatabilidade, empregando diversas plantas e sementes para acentuar o sabor e aroma, como o lúpulo (REINOLD, 1997).

## **3.2 Matérias-primas**

### **3.2.1 Água**

A matéria-prima, mais importante para a fabricação de cerveja é a água, uma vez que essa é o principal constituinte da cerveja. Dessa forma, as características físicas e químicas da água são de fundamental importância para se obter uma cerveja de boa qualidade (MADRID, 1996).

A água utilizada para fabricar cerveja obrigatoriamente tem de ser potável, neutra, sem sabor, transparente, incolor, inodora, podendo sofrer correções químicas de acordo com a sua composição. A sua importância é tanta que ela é um dos fatores decisivos na escolha do local para a instalação de uma cervejaria, pois para uma água que precisa de muitas correções o tratamento requerido é mais minucioso, resultando em um aumento no custo do produto final. Então é necessário que a fábrica esteja instalada próxima a uma fonte abundante de água de boa qualidade (FILHO, 2001).

Em média, uma indústria cervejeira ocupa 10L de água, para cada litro de cerveja produzido. Portanto, é importante que a fonte utilizada seja abundante (REINOLD, 1997). Toda a água requer alguma forma de tratamento antes de ser utilizada em uma cervejaria, não importando se ela provém de poços artesianos, rios, lagos ou mananciais. Sendo necessárias, antes de sua utilização, algumas análises químicas, como: cor, turbidez, dureza, pH. Um pH alcalino poderá ocasionar a dissolução de materiais existentes no malte e nas cascas, o que não é desejável no processamento. É ideal que se tenha uma relação ácida facilitando a atividade enzimática, com um consequente aumento no rendimento de maltose, e um maior teor alcoólico. Em geral, o pH da água para a fabricação de cerveja está em torno de 6.5 a 7.0, dependendo do tipo de cerveja a ser produzido (CERVESIA, 2007).

As características da água para uma boa fabricação de cerveja estão dispostas na Tabela 1.

**Tabela 1 – Características da água**

| <b>Características</b>            | <b>Concentração</b> |
|-----------------------------------|---------------------|
| <b>pH</b>                         | 6,5 – 7,0           |
| <b>Turbidez</b>                   | <0,4 NTU            |
| <b>Cloretos</b>                   | 1 – 20 mg/L         |
| <b>Nitratos</b>                   | Ausentes            |
| <b>Cálcio</b>                     | 5 – 22 mg/L         |
| <b>Sulfatos</b>                   | 1 – 30 mg/L         |
| <b>Dureza total</b>               | 18 – 79 mg/L        |
| <b>Matéria orgânica</b>           | 0,0 – 0,8 mg/L      |
| <b>Sólidos totais dissolvidos</b> | 50 – 150 mg/L       |
| <b>Ferro</b>                      | Ausente             |
| <b>Magnésio</b>                   | 1 – 6 mg/L          |
| <b>CO<sub>2</sub> livre</b>       | 0,5 – 5,0 mg/L      |

Fonte: CEREDA e VENTURINI FILHO, 2005.

O pH interfere diretamente na atividade das enzimas amilolíticas e proteolíticas, em que um pH básico pode dissolver componentes indesejáveis da casca e do malte, além de diminuir a atividade enzimática (MONTEIRO, 2001).

O carbonato de cálcio reduz a acidez da água com a formação de fosfato monoácido de cálcio e magnésio se estiver na presença de fosfato diácido de potássio, o que aumenta o caráter básico da água e afeta, como dito, a ação das enzimas (GOLDAMMER, 1999; SAORIN, 2014).

### 3.2.2 Malte e cevada

O malte é um produto rico em açúcar, obtido com a germinação parcial dos grãos de cereais. Qualquer cereal pode ser maltado como, por exemplo, milho, trigo, centeio, aveia e cevada. Contudo, leva-se em consideração, entre outros fatores, o poder diastásico e o valor econômico de cada cereal (CERVESIA, 2007).

A cevada é uma gramínea pertencente ao gênero *Hordeum*, cultivada desde a antiguidade, tendo origem no oriente. É o cereal mais empregado na fabricação de cerveja, pois a cevada é rica em amido, e possui um alto teor de proteínas em quantidade suficiente para fornecer os aminoácidos necessários para o crescimento da levedura, e por possuir substâncias nitrogenadas que desenvolvem um papel importante na formação da espuma (NAKANO, 2000).

Dentre as espécies cultivadas existem as chamadas "cevadas cervejeiras", muito utilizadas para a obtenção do malte empregado na fabricação de cervejas. A grande maioria das espécies de cevada utilizada possui uma casca cimentada ao grão, que funciona como um agente filtrante contribuindo com o aroma, cor e sabor do mosto, além de proteger o grão de impactos mecânicos sofridos durante o processo de maltagem. (EHRHARDT; SASSEN, 1995).

Para estocagem, a metodologia correta é pré-secagem, remoção de CO<sub>2</sub> do silo e posteriormente ventilação, resfriamento e secagem (PORTO, 2011).

### 3.2.3 Lúpulo

O lúpulo é responsável pelo aroma acre e sabor amargo característicos da cerveja (NAKANO, 2000).

A planta é uma trepadeira da família das urticárias, típica do clima frio, sendo encontrada em estado selvagem, porém para a produção de cerveja o lúpulo deve ser cultivado. É uma planta dióica, ou seja, produz flores masculinas e femininas, porém apenas as flores femininas são utilizadas, pois estas contêm a lupulina, responsável pelo amargor. O lúpulo é comercializado na forma de flores secas, pó e em extratos, sendo que em pó possuem maior densidade e, portanto, ocupam menos volume ao ser transportado. Existem dois tipos de lúpulos fundamentais: os assim chamados de amargor e os aromáticos, conforme características de amargor ou de aroma. O lúpulo evita “espumamento” durante a fervura e é agente bacteriostático (CERVESIA, 2007).

### 3.2.4 Levedura

O processo de fabricação de cerveja é regido praticamente por duas etapas, brassagem e fermentação. Para a realização desta última é necessário o emprego de leveduras. As leveduras mais utilizadas em cervejaria são de duas espécies do gênero *Saccharomyces*: *Saccharomyces cerevisiae* (alta fermentação) e *Saccharomyces uvarum* (baixa fermentação), em que a escolha da levedura é influenciada pelo tipo de cerveja a ser produzida (EMBRAPA, 2007).

As leveduras se enquadram dentro do reino Fungi e são consideradas como fungos ascomicetos. São microrganismos unicelulares e eucariotos, em que a reprodução é de forma assexuada por cissiparidade ou brotamento. O gênero mais conhecido é a *Saccharomyces cerevisiae*, em que esta é empregada na fabricação de bebidas fermentadas – produção de

etanol – e pães – produção de CO<sub>2</sub> para expansão da massa – em meio altamente concentrado em açúcar (FERNANDES, 2010).

### 3.2.5 Adjuntos

Durante a produção do mosto, pode ser necessária uma complementação com adjuntos, cuja intenção é fornecer açúcares fermentescíveis não maltados que serão produzidos através da hidrólise do amido por enzimas do próprio mosto e reduzir os custos por serem menos onerosos (FILHO, 2000).

Os adjuntos mais empregados são: cevada, milho, arroz. Outros adjuntos podem vir a ser utilizados como sorgo, açúcar e xaropes. Estes adjuntos devem possuir propriedades e composições adequadas para serem empregados como matéria-prima complementar para o malte (AQUARONE; LIMA; BORZANI, 1983).

### 3.2.6 Aditivos

#### 3.2.6.1 *Estabilizantes de espuma*

São compostos a base de alginatos como o PGA (alginato de propileno glicol). Este composto é um extrato de algas marinhas com modificações químicas. A adição deste estabilizante é designada quando a retenção e formação de espuma não se encontram dentro de padrões satisfatórios, em que é empregado o equipamento Nibem para análise de estabilidade. Essa dificuldade na formação de espuma pode ser determinada pela qualidade do malte, alta concentração de adjuntos ou no próprio processo de fabricação (DIAS).

#### 3.2.6.2 *Antioxidantes*

Estas substâncias, como o antioxidante INS 316 e o ácido ascórbico (vitamina C), são adicionadas a cerveja que será destinada ao engarrafamento e possuem a função de reduzir a auto-oxidação dos lipídeos, afetando a reação dos lipídeos com o oxigênio puro e, portanto aumentam o tempo de vida de prateleira das cervejas. Os lipídeos, quando reagidos com o oxigênio puro, alteram o sabor e odor da cerveja, inviabilizando seu consumo. (NAKANO, 2000).

#### 3.2.6.3 *Estabilizantes químicos*

Os estabilizantes químicos são aditivos que se relacionam diretamente com o fator translucidez e clareza da cerveja. O PVP (polivinilpirrolidona) é um destes estabilizantes que

reagem rapidamente com polifenóis, formando agregados sedimentáveis que podem ser removidos por filtração (REINOLD, 1997).

#### *3.2.6.4 Regularizadores de cor*

São aditivos utilizados para corrigir a cor da cerveja, o corante caramelo por exemplo. Além de corrigirem a cor, são utilizados para a produção de cervejas escuras, diminuindo a quantidade de maltes escuros, o que reduz o aroma e sabor de torrefação ocasionado por estes maltes (DIAS).

#### *3.2.6.5 Regularizadores de sabor*

Compostos empregados para fornecerem outros sabores, sensações ou correções de pH à cerveja, como ácido láctico, frutas, açúcares ou essências de ervas.

O ácido láctico é um agente acidificante muito empregado no processamento de alimentos e também na indústria cervejeira, auxiliando no ajuste do pH, obtendo rendimento máximo no extrato e diminuindo o tempo de maceração, além de favorecer a precipitação das proteínas, melhorando assim a cor e auxiliando a filtração do mosto. O uso do ácido láctico é reconhecido como seguro e recomendado para alimentos e bebidas por instituições internacionais de grande prestígio como a FDA norte americana e o FAO/WHO da Organização das Nações Unidas (DIAS).

### **3.3 Classificação e tipos de cervejas**

A cerveja é uma bebida conhecida e fabricada mundialmente e por isso, atualmente, encontram-se diversos tipos e classificações de cerveja. Dentre as classificações mais usuais, tem-se as cervejas Lagers, Ales e Lambics (AQUARONE; LIMA; BORZANI, 1983).

As Lagers são provenientes da Europa Central, século XIV, em que seu processo de fermentação ocorre em temperaturas baixas – faixa de 6 a 12°C – com o emprego de *Saccharomyces uvarum* e com um teor alcoólico entre 4 e 5%. A etapa de fermentação é denominada de baixa fermentação baseada nas leveduras que, ao final do processo, se encontram no fundo do fermentador (REINOLDS, 1997).

As Ales diferem das Lagers no processo de fermentação – alta fermentação com as leveduras encontradas na parte superior do fermentador –, em que a levedura *Saccharomyces cerevisiae* é responsável por este processo. A faixa de temperatura é mais alta, entre 15 e 24°C o que

torna suas características bem mais perceptíveis, concedendo a estas cervejas um aspecto mais encorpado e vigoroso (AQUARONE; LIMA; BORZANI, 1983).

A cerveja Lambic é mais antiga no mundo e é fermentada espontaneamente, sendo que essa fermentação pode durar até um ano. É extremamente ácida e com aromas e sabores selvagens. Neste tipo de cerveja é utilizado malte de trigo (AQUARONE; LIMA; BORZANI, 1983).

A Figura 1 exemplifica a fermentação das cervejas tipos Ale e Lager.

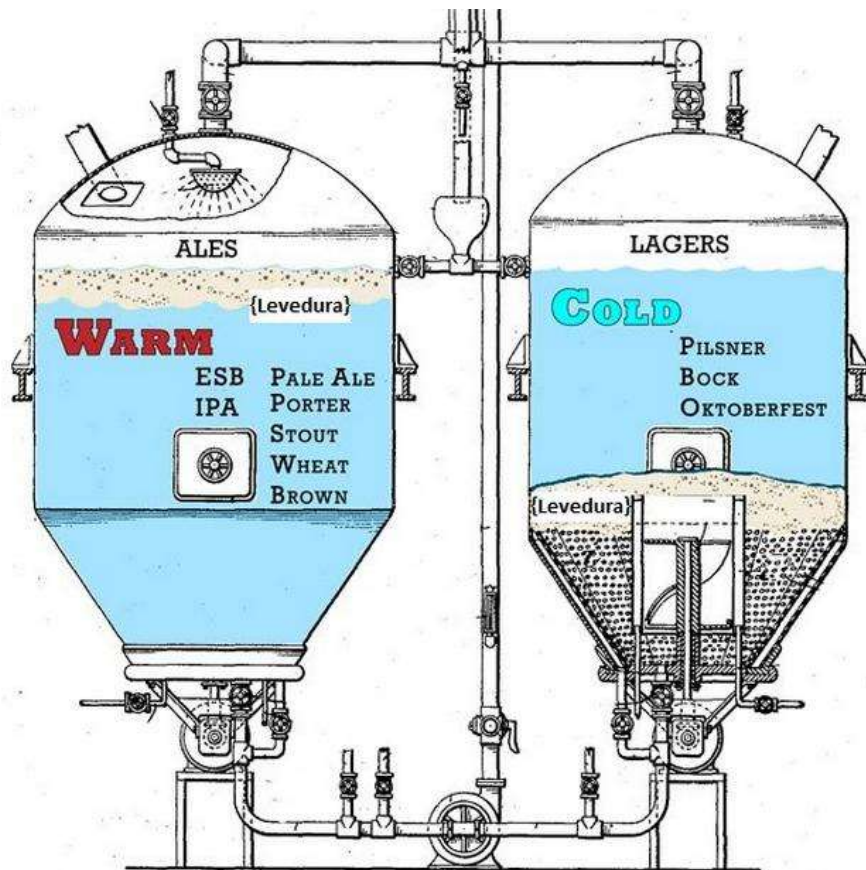


**Figura 1** – Representação de um fermentador de cerveja Ale e Lager.

Fonte: Cerveja na Guela.

Baseado em Aquarone et. Al. (1983), pode-se ter as cervejas classificadas em termos de peculiaridades.

- Pilsen – como o próprio nome, remete a cidade de Pilsen, Checoslováquia e esse tipo de cerveja é fabricado com base em malte Pilsen e água de baixa dureza. Sua fermentação, caracterizada por ser de baixa fermentação, acontece através da levedura *Saccharomyces uvarum*, com extrato primitivo entre 11 e 13,5%. Sua cor é clara, com teor alcoólico variando entre 3% e 5%. A cerveja Pilsen, hoje, é a mais consumida no Brasil.

- Ale – proveniente da Alemanha, com cor avermelhada e extrato primitivo acima de 12,5%. É uma cerveja de alta fermentação e teor alcoólico de médio para alto.
- Weissbier – também oriunda da Alemanha, cor clara, alta fermentação, teor alcoólico e extrato primitivo médios, em que o malte é constituído por cevada e trigo.
- Bock – proveniente da Alemanha, caracterizada por cor escura, teor alcoólico e extrato primitivo de níveis altos, baixa fermentação e produzida somente nas estações primavera e outono.
- Malzebier – surgiu na Alemanha e possui características similares a da Bock, com extrato primitivo em níveis altos e cor escura.
- Dortmund – similar a cerveja Pilsen, com diferença na água utilizada, em que esta é proveniente da cidade Dortmund, cuja água possui alta dureza permanente.
- Ice – surgiu no Canadá e sua peculiaridade se encontra no “ice process”, em que a cerveja é submetida a temperaturas abaixo de zero após a fermentação. É conhecida por ser refrescante e forte.
- Stout – oriunda da Irlanda e é fabricada com maltes escuros e especiais. Teor alcoólico e extrato primitivo altos, além de ser de alta fermentação.
- Porter – proveniente da Inglaterra e pode ser de alta ou baixa fermentação. Cor escura, alto teor alcoólico e de extrato primitivo.
- Munchen – originada na Alemanha e com o emprego do malte tipo Munique. Alto teor de extrato primitivo, médio teor alcoólico e é de baixa fermentação.
- Lambic-fruit – fermentação espontânea em que são adicionados frutas como pêssegos, framboesas e cerejas. Possuem um teor alcoólico médio. São armazenadas em barris por um longo período.
- Straight/Unblended – esta cerveja é a própria cerveja do tipo Lambic.
- Faro – sua peculiaridade é a adição de açúcar o que deixa a cerveja mais saborosa, leve e menos ácida.

Outras classificações podem ser feitas referentes à cor (escuras ou claras), extrato primitivo ou original (variação nos níveis indicam cervejas leve, comum, extra ou forte), teor alcoólico (sem álcool, baixo, médio ou alto), constituição do malte (100% cevada, 50% ou mais de cevada e entre 20% e 50% cevada) (SCHINCARIOL, 2000).

As Figuras 2 e 3 ilustram a divisão de tipos de cerveja baseados em cervejas Ale e Lagers.

**CERVEJAS DE TRIGO**

- FERMENTO PURO**
  - GERMAN WHEAT & RYE BEER (Weizen/Weissbier)
  - BELGIAN AND FRENCH ALE (Witbeer)
  - Berliner Weisse
- FERMENTAÇÃO LÁCTEA**
- FERMENTAÇÃO ESPONTÂNEA**
  - Fruit Lambic (Kriek, gueuze, fardo, framboise)

**ALE**  
Alta Fermentação  
15 a 24°C

**STOUT**

- Oatmeal Stout
- Dry Stout
- Foreign Extra Stout
- Imperial Stout
- Sweet Stout

**PORTER**

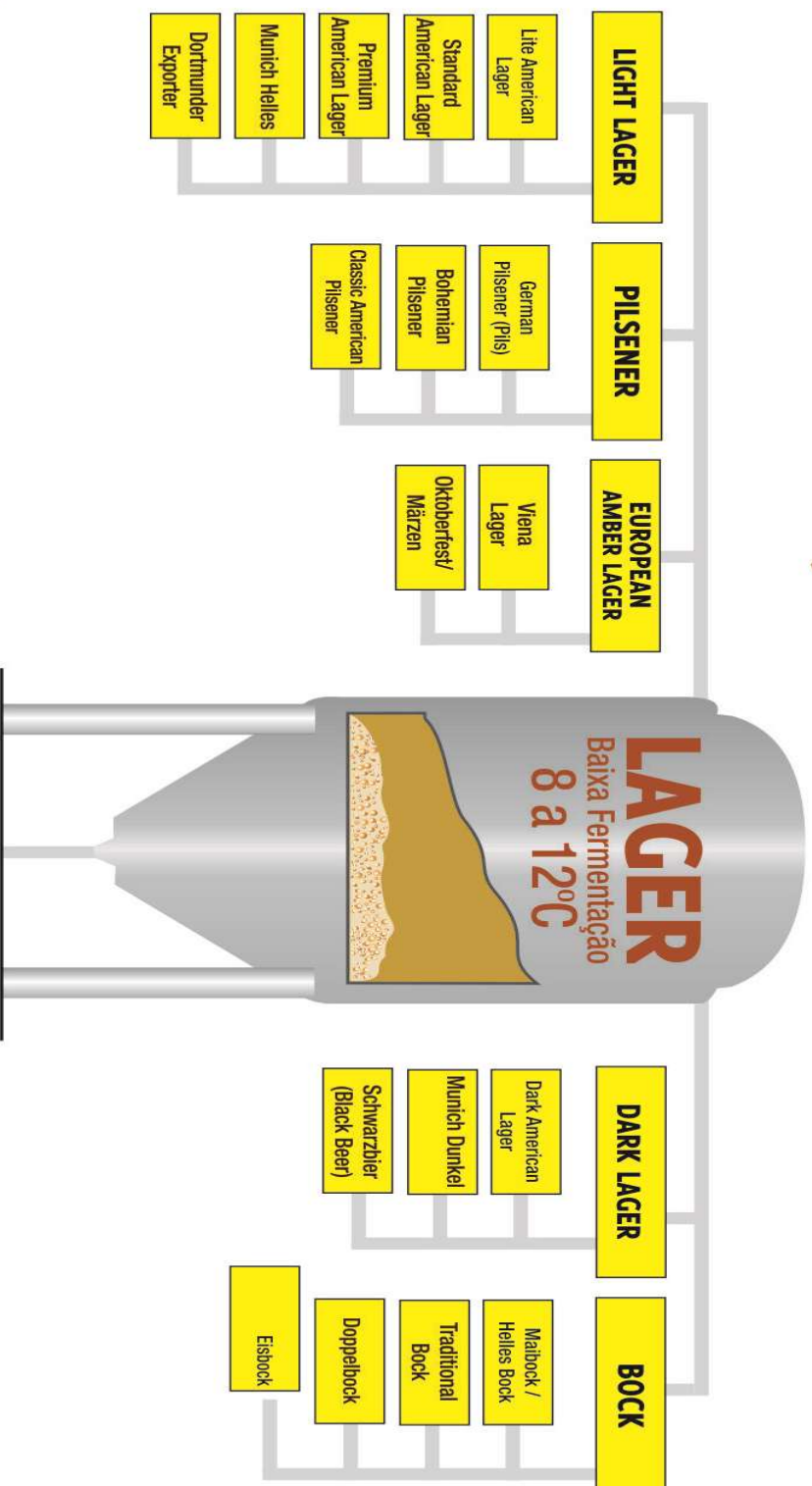
- Brown Porter
- Robust Porter
- Baltic Porter

**Specialty Beers:**

- Spice / Herb / Vegetable Beer
- Christmas/Winter Specialty Spiced Beer
- Spice, Herb ou vegetable Beer
- Wood-Aged Beer
- Other Smoked Beer
- Classic Rauchbier
- Smoked-Flavored/Wood-Aged Beer

Fonte: BeerChefBrasil

# LAGER - BAIXA FERMENTAÇÃO



Alguns estilos e sub-estilos conforme BJCP (Beer Judge Certification Program). Revisão de 2008 das Diretrizes de 2004. Tradução para o Português de 2012.

**Figura 3 – Divisão de cervejas tipo Lager em estilos e sub-estilos.**  
Fonte: BeerChefBrasil

### 3.4 Mercado

A elevação no poder aquisitivo da população a partir de meados da década de 80 incentivou o crescimento na produção de cerveja no Brasil e o seu consumo. A Tabela 1 ilustra este crescimento durante o intervalo entre os anos 1985 e 2006.

**Tabela 2 – Consumo Per Capita e Consumo Total no Brasil.**

| Ano  | Consumo Total (milhões - hc) | Consumo per capita (L) |
|------|------------------------------|------------------------|
| 1985 | 30,20                        | 22,3                   |
| 1986 | 43,80                        | 31,6                   |
| 1987 | 47,50                        | 33,6                   |
| 1988 | 48,00                        | 32,4                   |
| 1989 | 52,80                        | 35,7                   |
| 1990 | 54,50                        | 36,1                   |
| 1991 | 58,00                        | 39,5                   |
| 1992 | 47,70                        | 32,0                   |
| 1993 | 50,90                        | 33,6                   |
| 1994 | 65,00                        | 42,3                   |
| 1995 | 80,00                        | 51,3                   |
| 1996 | 80,00                        | 50,6                   |
| 1997 | 81,70                        | 51,2                   |
| 1998 | 81,60                        | 50,4                   |
| 1999 | 78,80                        | 48,1                   |
| 2000 | 82,30                        | 49,5                   |
| 2001 | 84,50                        | 49,0                   |
| 2002 | 84,10                        | 48,2                   |
| 2003 | 82,20                        | 46,5                   |
| 2004 | 84,70                        | 46,6                   |
| 2005 | 90,20                        | 49,0                   |
| 2006 | 97,00                        | 51,9                   |
| 2007 | 103,80                       | 56,0                   |
| 2008 | 108,10                       | 57,4                   |
| 2009 | 112,40                       | 59,0                   |
| 2010 | 128,40                       | 65,3                   |
| 2011 | 132,80                       | 66,7                   |
| 2012 | 137,40                       | 68,3                   |

Fonte: Adaptado de O mercado das cervejas. FERRARI, V; 2008 e Ambev.

Este valor de consumo per capita ainda é baixo comparado a países europeus em que o consumo médio per capita é de 80 litros, com destaque para a República Tcheca com consumo de 144 litros per capita, segundo dados de 2012 (SINDICERV).

Atualmente o mercado de cervejas no Brasil é controlado por empresas de grande porte como Ambev, Schincariol e Kaiser – produção de cervejas Pilsen em geral –, mas as cervejas

artesanais tem conquistado seu espaço com o passar dos anos, com projeções de crescimento nos próximos anos. Baseado em dados fornecidos pela Abrabe (Associação Brasileira de Bebidas) o mercado de cervejas artesanais hoje representa 0,15% do mercado cervejeiro brasileiro, indicando que há um grande passo e incentivo a ser dado por esses tipos de cervejas no Brasil.

O Brasil hoje se encontra na quarta posição mundial em produção de cerveja como indicado na Tabela 2.

**Tabela 3 – Crescimento na produção de cerveja mundial.**

| País     | 2000    | 2010    | 2011    | 2012    |
|----------|---------|---------|---------|---------|
| CHINA    | 220.000 | 448.304 | 489.880 | 490.200 |
| EUA      | 232.500 | 228.982 | 226.480 | 229.314 |
| BRA      | 82.600  | 128.700 | 133.000 | 132.800 |
| RUSSIA   | 54.900  | 102.930 | 98.140  | 97.400  |
| ALEMANHA | 110.429 | 95.683  | 95.545  | 94.618  |

Fonte: Adaptado do relatório da Barth-Haas Group.

### **3.5 Processo e procedimento para fabricação de cerveja**

O procedimento para a fabricação de cerveja inclui desde a assepsia dos equipamentos com o intuito de evitar contaminações por bactérias ou leveduras selvagens e por consequência o padrão de produção de cerveja até a pasteurização após envase.

#### **3.5.1 Malteação**

A malteação é realizada para que haja uma eficiência na fabricação de cerveja. Durante este processo, o grão de cevada irá atingir condições e propriedades ideais, como presença de enzimas e ausência de casca (BOULTON, 2006).

##### **3.5.1.1 Pré-malteação**

A primeira etapa para a produção de cerveja é preparar a cevada para ser malteada. Essa preparação consiste na separação de impurezas com o auxílio de uma peneira oscilatória e depois na secagem do grão de cevada em que a redução da umidade do grão é essencial para estocagem. A umidade está diretamente relacionada com a taxa de respiração do grão e consequentemente a geração de calor, na qual a produção de calor é indesejada por criar um ambiente ideal para crescimento de fungos e ataques de insetos. A Figura 4 ilustra um diagrama com as condições ideais temperatura e umidade para estocagem do grão de cevada (TSCHOPE, 1999).

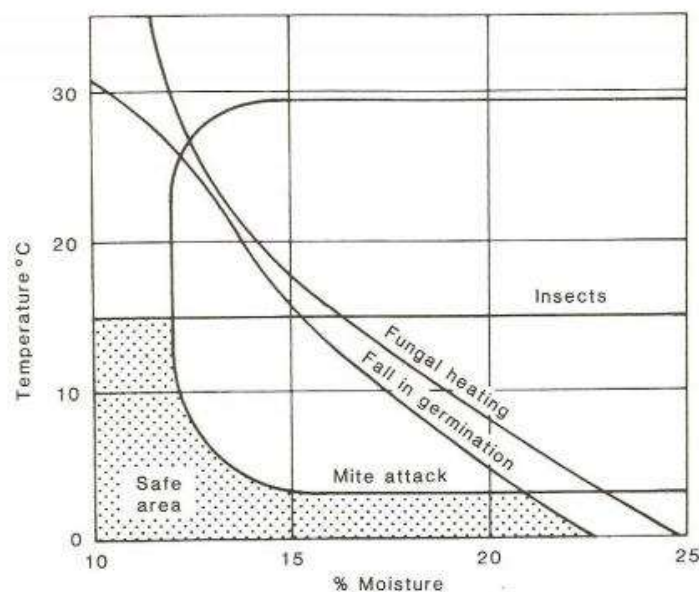


**Figura 4** – Diagrama com condições ideais para estocagem.

### 3.5.1.2 Maceração

A maceração ou molhamento é primordial para a malteação dos grãos de cevada. É nesta etapa que os grãos irão atingir as condições ideais para germinação, com teor de umidade entre 35 e 45% quando forem imersos em água e compostos indesejáveis serão lixiviados. A grande dificuldade durante a maceração é manter o padrão na produção de malte, em que há dificuldades em produzir maltes homogêneos – mesmo teor de umidade – devido a propriedades do próprio grão, como endosperma farinhento ou mais denso, temperatura da água e tempo de maceração (ZSCHOERPER, 2009).

### 3.5.1.3 Germinação

Esta etapa só irá ocorrer caso a maceração seja bem sucedida. A germinação é o processo de crescimento de uma planta a partir de sua semente e sua principal função é a produção de enzimas – proteases,  $\beta$ -glicanase e  $\alpha$ -amilase – e gerar o máximo de componentes extraíveis (BAMFORTH, 1993).

### 3.5.1.4 Secagem

Neste ponto do processo de malteação, de acordo com Bamforth (1993), os grãos são submetidos a quatro fases de secagem. A primeira, os grãos são expostos a um fluxo rápido de ar com temperaturas baixas (entre 50 e 60°C) e a umidade do grão é reduzida para 23% e logo após é submetido a um fluxo mais lento e com temperaturas altas, atingindo um teor de

umidade de 12%. Com a umidade ainda em valores altos, a terceira fase consiste na recirculação de um ar com umidade relativa baixa, abaixando para 6% a umidade do grão. No final do processo, os grãos são expostos a uma faixa de temperaturas de 80 a 110°C (BRIGGS, 1995).

O processo de secagem afeta diretamente a qualidade do malte, influenciando sua cor, aroma e sabor.

Logo após a secagem, há a remoção das raízes e outras impurezas encontradas no malte.

### 3.5.2 Moagem

A moagem é o primeiro passo para uma mosturação com alta eficiência, em que haja máxima solubilização do grão. No Brasil, as indústrias utilizam uma mistura de diversos maltes com o objetivo de obter um mosto mais padronizado. Existem duas tecnologias básicas de moagem: a seca e a úmida (AQUARONE, 1993).

Este processo consiste na trituração do grão, expondo o endosperma, permitindo o contato com a água e a ação das enzimas. A trituração do grão pode ser realizada de duas formas: moagem seca em moinhos de rolos, discos ou martelos e moagem úmida em moinho de rolos. Nesta etapa é essencial que haja cuidado com a trituração, formando grânulos de tamanhos que aumentem a área de superfície, maximizando a atividade enzimática. Grânulos muito pequenos irão formar uma pasta o que dificulta a filtração e grânulos grandes afetarão a eficiência das reações enzimáticas (VENTURINI, 2000).

### 3.5.3 Mosturação

A mosturação compreende o processo de transformação das matérias-primas cervejeiras em mosto. A finalidade é atingir uma alta eficiência na hidrólise do amido a açúcares e solubilizar os componentes, produzindo a maior quantidade possível de extrato primitivo (VENTURINI, 2000).

No decorrer do processo de mosturação há uma variação na temperatura e pH para que possibilite a ativação do conjunto de enzimas, em que cada uma delas é ativada em uma faixa de temperatura como descrito na Tabela 3.

**Tabela 4** – Relação de enzimas e suas respectivas temperaturas e pH ótimos.

| Enzimas    | Temperatura Ótima | pH        |
|------------|-------------------|-----------|
| Glucanases | 35 - 45°C         | 5,0       |
| Proteases  | 45 - 55°C         | 5,2 - 8,2 |
| b-amilase  | 60 - 65°C         | 5,4 - 5,6 |
| a-amilase  | 70 - 75 °C        | 5,6 - 5,8 |

Fonte: Processamento de cerveja sem álcool. Jorge, E. P. M., 2004.

No final da etapa, há a inativação das enzimas submetendo o mosto a uma temperatura de 76°C. Esta etapa só deve ocorrer caso não tenha presença de amido, garantindo a máxima eficiência na mosturação (MONTEIRO, 2001).

#### 3.5.4 Filtração do Mosto

A etapa de filtração é precedida por uma etapa de clarificação que consiste na recirculação do mosto em que se levam em conta os aspectos qualitativos como limpidez e turbidez.

Após atingir os níveis satisfatórios de clarificação, ocorre a filtração do mosto. Esta filtração compreende a separação do bagaço – parte sólida – da parte líquida do mosto com a filtração do mosto primário e lavagem do bagaço, em que esta lavagem é com água em temperaturas de 75 a 80°C (EMBRAPA, 2007).

#### 3.5.5 Fervura do Mosto

O mosto é submetido à temperatura de ebulição com a intenção de estabilização, esterilização, inativação das enzimas (amilases e proteases), concentração do mosto, precipitação proteica e extração dos compostos fornecidos pelo lúpulo como sabor e aroma. Este processo ocorre em uma faixa de tempo de 1 hora e meia a duas horas, sendo determinante o tipo de cerveja a ser fabricada (AQUARONE 2001; FILHO, 2010).

É durante a etapa de fervura que ocorre a adição de lúpulos aromáticos e de amargor. Comumente, o lúpulo é adicionado no final do processo por conter óleos voláteis e que possivelmente podem ser perdidos na fervura. Estes óleos são responsáveis pelo aroma (BATISTA, 2005).

### 3.5.6 Tratamento e Resfriamento do Mosto

Posteriormente a etapa de fervura, o mosto deve ser tratado e resfriado. O tratamento nada mais é do que a remoção de sólidos que estão em suspensão no mosto. Para remoção destes sólidos é formado o “trub”. O mosto é transferido para um recipiente em alta velocidade e em sentido tangencial as paredes deste recipiente, formando o “whirlpool”. O “whirlpool” separa as fases líquidas e sólidas (trub) do mosto, e em seguida fica em repouso para a perfeita sedimentação dos sólidos e formação do trub (REINOLD, 1997; VENTURINI, 2005).

A remoção do “trub” afeta diretamente a fermentação realizada pelas leveduras, visto que as partículas insolúveis do trub aderem-se a parede celular das leveduras, reduzindo as áreas de trocas de nutrientes (REINOLD, 1997; VENTURINI, 2005).

O parte líquida do mosto é bombeada para um trocador de calor em que há a intenção de resfriar rapidamente (cold break) o mosto para temperaturas entre 8 e 20°C, sendo esta temperatura influenciada por qual levedura será empregada no processo de fermentação. No decorrer desse processo, há a precipitação de taninos e complexos de proteínas, além da possibilidade de contaminação de bactérias e leveduras selvagens (AQUARONE; LIMA; BORZANI, 1983).

### 3.5.7 Fermentação

A fermentação pode ser entendida como um processo de transformação de uma substância em outra, produzida a partir de microrganismos, tais como fungos ou bactérias. É um dos processos biotecnológicos de maior importância para a humanidade, já que uma série de alimentos e medicamentos podem ser produzidos por ela. Apesar de se ouvir falar muito sobre esse processo nos dias de hoje, a fermentação não é algo novo. Relatos encontrados na literatura sugerem que desde a Antiguidade esse processo já era realizado. Homens das cavernas descobriram que a carne envelhecida possuía um sabor mais agradável que a carne fresca. Os chineses usavam coalho de feijão-soja mofado para curar infecções de pele há 3000 anos (NEVES, 2006).

Porém, a verdadeira causa da fermentação não era compreendida até o século XIX. O cientista francês Louis Pasteur, enquanto estudava problemas dos cervejeiros e vinicultores da França, descobriu que um tipo de levedura produzia vinho de boa qualidade enquanto que um segundo tipo tornava-o azedo. Esta descoberta conduziu a teoria da origem de doenças de Pasteur. Estudos realizados por Pasteur permitiram verificar que a fermentação alcoólica

estava sempre associada ao crescimento de leveduras, mas que se estas fossem expostas a quantidades significativas de oxigênio produziriam, ao invés de álcool e dióxido de carbono, água e dióxido de carbono. Destas observações, Pasteur concluiu que a fermentação era o mecanismo utilizado pelos seres vivos para produzir energia na ausência de oxigênio (NEVES, 2006).

O processo fermentativo é imprescindível para a fabricação da cerveja e compreende a conversão de açúcar fermentescível em gás carbônico, álcool e calor, sob condições anaeróbicas. Este processo é o próprio metabolismo das leveduras, que consomem glicose e geram metabólitos, CO<sub>2</sub> e etanol (DRAGONE, 2010).

A duração da fermentação depende diretamente das leveduras, em que estas passam por fases durante o processo. As fases se resumem em adaptação, crescimento, estacionária e morte, portanto, o tempo de fermentação é estipulado de acordo com as fases e com a taxa de conversão de glicose ou outros açúcares fermentescíveis em etanol e CO<sub>2</sub>. Fatores como temperatura e pH interferem nas fases das leveduras beneficiando ou prejudicando o processo. A faixa de temperatura varia entre 10 e 25°C dependendo da levedura (REINOLDS, 1997).

Alguns componentes do aroma e do sabor também são produzidos na fermentação, oriundos do metabolismo das leveduras que geram metabólitos secundários. A Figura 5 representa o metabolismo da levedura durante a fermentação.

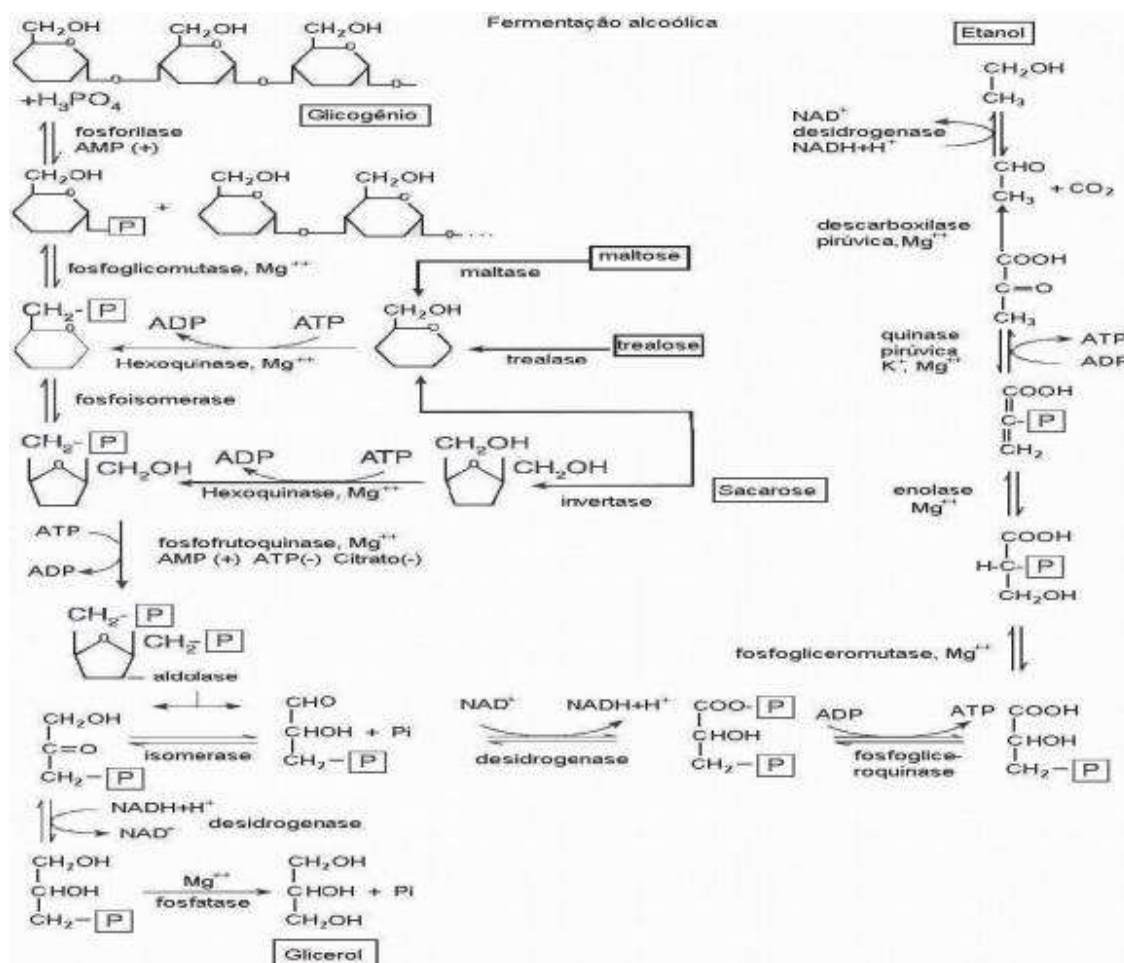


**Figura 5** – Esquema do metabolismo da levedura *Saccharomyces cerevisiae* em processo de fermentação alcoólica.

É importante na fermentação, selecionar uma cepa de microrganismo adequado, assim como a concentração celular a ser utilizada para a fermentação, verificar os dados de crescimento e morte celular do microrganismo, tempo e como determinar o término da fermentação (REINOLDS, 1997).

De acordo com Lopes (2009), a fermentação alcoólica compreende 3 fases.

- Fermentação Preliminar: início da fermentação. A produção de etanol é irrisória e é marcada pela produção de CO<sub>2</sub>. Esta fase termina quando nota-se o desprendimento de CO<sub>2</sub>.
- Fermentação Principal: tem seu início com o desprendimento de CO<sub>2</sub>. A característica dessa fase é a produção de etanol, que se encontra em sua taxa máxima. O desprendimento de CO<sub>2</sub> é intenso e rápido, o que caracteriza um aumento em 20% de volume e temperatura.

- Fermentação Complementar: o ponto de partida dessa fase é marcado pela baixa taxa de desprendimento de CO<sub>2</sub> e produção de etanol. O brix nessa fase se estabiliza, o que determina o fim do processo de fermentação.

#### 3.5.8 Maturação

No decorrer deste período ocorre uma fermentação complementar lenta na cerveja “verde”, ocasionando modificações de aroma e sabor, além de alterações em seu sistema coloidal, proporcionando a clarificação por precipitação de proteínas, leveduras e sólidos solúveis. Este processo é submetido a baixas temperaturas, entre 0 a 5°C e são formados compostos como ésteres, em que estes influenciam no aroma e sabor, principalmente o acetato de etila e de amila (REINOLD, 1997).

A maturação, portanto tem a finalidade de clarificar a cerveja, acentuar os aromas e sabores da cerveja, estabilizar o sistema coloidal com precipitações de complexos proteicos e insolúveis e saturação com CO<sub>2</sub>. Esta etapa é de suma importância por preparar a cerveja para consumo. Sem este processo, a cerveja é seca e agressiva, com presença de aldeídos. Sua duração é variável e depende das características escolhidas para a cerveja (AQUARONE; LIMA; BORZANI, 1983).

#### 3.5.9 Acabamento

O acabamento se caracteriza por estabelecer os parâmetros finais da cerveja. Esta etapa consiste na clarificação final e carbonatação. A clarificação final – que pode ser feita através de filtros ou por via biológica – compreende a remoção de compostos tanínicos-proteicos assim como a própria levedura, criando um aspecto brilhante, mais límpido e de melhor paladar para a cerveja. A filtração nesta etapa pode ser por terra diatomácea em filtros de placa (REINOLDS, 1997).

A carbonatação compreende a inserção de gás carbônico a cerveja antes do processo de envasamento. Isto ocorre porque a concentração de CO<sub>2</sub> é insuficiente, passados os processos de fermentação e maturação. O gás carbônico é responsável pela efervescência e pela ligeira acidez no sabor da cerveja (MONTEIRO, 2001).

#### 3.5.10 Envase e pasteurização

Este processo compreende o envase da cerveja em barris, garrafas e latas.

Decorrido o envasamento, a cerveja é direcionada para a etapa de pasteurização. A pasteurização consiste na elevação da temperatura a 60°C por tempo suficiente para assegurar à inexistência de microrganismos prejudiciais a bebida. Logo em seguida, há uma redução drástica na temperatura. A pasteurização garante a estabilização da bebida sem prejudicar suas características como sabor, aroma e aspecto visual (DIAS).

### **3.6 Análise sensorial**

A análise sensorial é uma ciência que utiliza os sentidos humanos (visão, olfato, tato, paladar, audição), para avaliar as características ou atributos de um produto. Com o auxílio deste tipo de ciência que, atualmente, as empresas cervejeiras definem os interesses do consumidor e criam a possibilidade de suprir tão demanda (MINIM, 2006).

Cada sentido humano é essencial para a aceitação da cerveja no mercado. A visão avalia a limpidez, cor e espuma da cerveja. O olfato define os aromas, como cítrico, frutado, floral, herbal, café. O paladar caracteriza o sabor da cerveja em que se avalia o teor alcoólico e a carbonatação, além de características também referentes ao aroma. O tato compreende a análise de corpo da cerveja, sensação de peso, preenchimento na boca, acrescidos de características como viscosidade e textura. Por último a audição, em que esta caracteriza o som emitido pela abertura da garrafa com a liberação de CO<sub>2</sub> ou quando a cerveja recai sobre o copo. Um som alto na abertura da garrafa pode caracterizá-la como fricante (TEIXEIRA *et al.*, 1987; MORAES, 1988; PEDRERO e PANGBORN, 1989; ANZALDÁUA-MORALES, 1994).

A validação de uma análise sensorial é dada quando se cria uma amostra representativa que avalia as características requeridas no teste. Uma amostra com no mínimo 50 indivíduos pode criar um resultado confiável, desde que estes indivíduos representem o público-alvo ou consumidor da cerveja. Os testes variam de testes de aceitação à testes de preferência (TEIXEIRA *et al.*, 1987; MORAES, 1988; PEDRERO e PANGBORN, 1989; ANZALDÁUA-MORALES, 1994).

### **3.7 Teor alcoólico e extrato primitivo**

O extrato primitivo e o teor alcoólico são duas características que influenciam a aceitação da cerveja no mercado.

O teor alcoólico é caracterizado pela produção de etanol durante o processo de fermentação e, portanto, dependente da eficiência das leveduras empregadas no processo. Para calcular o teor alcoólico é necessária a medida de densidade antes da fermentação e a densidade final. A equação utilizada para calcular o teor alcoólico:

$$ABV \text{ (concentração de álcool)} = \frac{(Densidade\ inicial - densidade\ final)}{0,00738}; \quad (1)$$

O extrato primitivo caracteriza a cerveja como leve (entre 7 e 11%), comum (entre 11 e 12,5%), extra (entre 12,5 e 14%) e forte (acima de 14%). Esse fator também pode ser relacionado com a densidade da cerveja, em que se aplicam as seguintes fórmulas:

$$P = 668,72.SG - 463,37 - 205,35.SG^2; \quad (2)$$

Esta equação gera um valor em °Platos, em que essa unidade representa a porcentagem em massa de sacarose em solução. Esse dado representa o extrato aparente final (EFA), em que há a deturpação dos dados por haver presença de álcool [2].

Para realizar o ajuste necessário é necessário aplicar a seguinte equação:

$$EFR = 0,1808.EO + 0,8192.EFA; \quad (3)$$

EFR é referente ao extrato final real e EO ao extrato original ou primitivo. Como o intuito é caracterizar a cerveja quanto ao extrato primitivo, a equação a ser aplicada:

$$EO = \frac{EFR - 0,8192.EFA}{0,1808}; \quad (4)$$

O valor EFR pode ser aferido com o auxílio de um refratômetro, após a maturação.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Materiais

- Malte Pilsen
- Malte Carared
- Malte Biscuit
- Água mineral
- Lúpulo Saaz

- Lúpulo Galena
- Levedura Nottingham do tipo Ale
- Álcool 70%
- Reativo de Lugol 5%
- Gelo

## **4.2 Instrumentos**

- Painéis de alumínio
- Mangueira atóxica
- Bomba d'água
- Bacia
- Medidor de pH mpa-210
- Fogão
- Termômetro
- Densímetro Incoterm 5582
- Proveta de 250 mL Nalgon®
- Copos descartáveis de 80 mL
- Colher de plástico grande
- Galão de 20 L
- Gase
- Papel alumínio
- Moinho de disco Guzzo Brasil®
- Bomba peristáltica dosadora MS TecnoPON Instrumentação®
- Balança Eletrônica Precisa JH2102
- Refratômetro portátil

## **4.3 Métodos**

A fabricação de cerveja do tipo Pale Ale situou-se no Laboratório de Biotecnologia do Campus Alto Paraopeba, Universidade Federal de São João del-Rei

### **4.3.1 Fabricação da cerveja do tipo Pale Ale**

As matérias-primas utilizadas na fabricação da cerveja foram adquiridas na Loja Alquimia da Cerveja (maltes e lúpulos). A água mineral foi adquirida no mercado Líder, Ouro Branco.

Realizou-se o cálculo de matérias-primas para fabricar 20 L com o auxílio do software BeerSmith Home Brewing®, resultando em 4,5 Kg de malte Pilsen, 1,5 Kg de malte Carared, 0,2 Kg de malte Biscuit, 20 g de lúpulo Saaz, 25 g de lúpulo Galeno, 16 L de água para mosturação, 18 L para lavagem do bagaço e um sachê de levedura.

Determinou-se o teor alcoólico (5,3%) baseado no software, assim como a densidade pré-boil e final (1,042 e 1,011) e cor (19,1 EBC). Empregou-se a metodologia para a fabricação da cerveja, como a rampa de temperatura para cozimento do mosto também foi definida pelo software.

Para a fabricação da cerveja, moeu-se os grãos de cevada umedecidos com o moedor de disco. Findada a etapa de moagem, despejou-se os grãos triturados em uma panela de alumínio com 18 L de água a uma temperatura de 45°C e pH 6,2 para a realização da mosturação. Nesta etapa, utilizou-se a rampa de temperaturas definida pelo software BeerSmith, em que a rampa de temperatura é detalhada pela Tabela 4. A duração da mosturação de acordo com o software seria de 100 minutos.

**Tabela 5 – Rampa de temperaturas durante a mosturação**

| TEMPO (minutos) | TEMPERATURA (°C) |
|-----------------|------------------|
| 20              | 55               |
| 40              | 62               |
| 30              | 72               |
| 10              | 76               |

Durante a etapa com temperatura de 72°C, realizou-se o teste com lugol 5% para determinar a presença de amido no mosto. A detecção de amido fez com que essa etapa durasse mais 20 minutos, totalizando 50 minutos até o teste não indicar a presença de amido. A duração do processo de mosturação, com o acréscimo de 20 minutos, foi de 120 minutos.

Logo em seguida, recirculou-se o mosto representado nas Figuras 6 e 7, em que a duração é definida pela limpidez da cerveja. Ao atingir a limpidez desejada, realizou-se a filtração e lavagem do bagaço com água mineral a 80°C.



**Figura 6 – Recirculação do mosto.**



**Figura 7 – Recirculação do mosto.**

É importante destacar que a cama de grãos na panela não fique exposta ao ar, portanto, a água de lavagem deve ser despejada para evitar esse contato. Para tanto, transferiu-se água de lavagem de forma suave para que não criasse caminhos preferenciais dentro da cama, o que seria prejudicial a lavagem do bagaço como representado na Figura 8.



**Figura 8** – Cama de grãos de cevada após a lavagem.

Transferiu-se o mosto e a água usada para lavagem para outra panela, onde realizou-se a fervura com duração de 60 minutos. Antes de iniciar a fervura, mediu-se a densidade com o auxílio de um densímetro, o °B com um refratômetro, denominada de pré-boil. No início da fervura, adicionou-se lúpulo Galeno e faltando 5 minutos para finalizar adicionou-se o lúpulo Saaz.

Findada a fervura, resfriou-se o mosto. Para isso, colocou-se a panela em uma bacia com gelo. Ao atingir uma temperatura de 28°C, retirou-se a panela da bacia e deu-se início ao tratamento do mosto, em que realizou-se, com a colher de plástico, um movimento circular na panela formando o whirlpool. Após a formação do whirlpool, manteve-se o mosto em repouso para a sedimentação dos sólidos insolúveis e formação do trub. Determinou-se o tempo de repouso pela velocidade de sedimentação dos sólidos, em que o tempo de repouso foi de 40 minutos.

Vale destacar que não pode-se movimentar a panela quando essa estiver em repouso, evitando a formação de um trub mal feito.

Realizado o repouso e a formação de trub, coletou-se uma amostra para medição da densidade, ilustrado na Figura 9 e °B e transferiu-se o mosto para o fermentador (galão de 20 L) e adicionou-se o sachê de levedura. Vedou-se o fermentador com uma rolha de gase, em que esta permitia a passagem de gases produzidos durante a fermentação. Transferiu-se o fermentador para uma geladeira à temperatura de 19°C por 12 dias. Passado esse período,

transferiu-se a cerveja para outro galão de 20 L e submeteu-se o galão à uma temperatura de 7°C por 4 dias, sendo este período o processo de maturação.



**Figura 9** – Medição da densidade com o auxílio de um densímetro.

Findada a maturação, transferiu-se novamente a cerveja para outro galão de 20 L e adicionou-se 5 gramas de açúcar para cada 1 litro de cerveja, totalizando 63 gramas em 12,5 litros de cerveja.

Com o auxílio de uma bomba peristáltica, transferiu-se a cerveja para garrafas de 600 mL e lacrou-se as garrafas. Transferiu-se as garrafas para um ambiente adequado (seco e escuro) por 9 dias para carbonatação e polimento final da cerveja. As Figuras 10 e 11 representam o envase da cerveja.



**Figura 10** – Envase da cerveja.



**Figura 11 – Envase da cerveja.**

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A fabricação de cerveja realizada tinha como meta a produção de 20 litros de cerveja do tipo Pale Ale. Como o processo de fabricação não é adequado e desajustado, a eficiência na produção da cerveja relacionada ao volume produzido foi de 62,5%, com 12,5 litros de cerveja produzidos.

Este rendimento pode ter sido afetado diretamente na fervura, em que há grande perda de água por evaporação. Outras etapas que podem ter influenciado na eficiência são processos de lavagem do bagaço, transfega da cerveja.

A produção de gás após o envase não foi suficiente para uma carbonatação adequada, o que prejudicou a qualidade da cerveja. O parâmetro determinante para isto foi o tempo pós-envase igual a um período de 9 dias.

Houve perdas relacionadas às análises realizadas como pH, absorbância e densidade.

As medidas de densidade e pH foram fundamentais para definir o tempo de fermentação e a necessidade correção de pH e não foi necessário realizar cálculos de correção, visto que as medidas foram realizadas em temperatura adequada, 20°C. Os dados coletados são apresentados na Tabela 6.

**Tabela 6** – Dados coletados durante a fermentação

| Dia de fermentação | Brix (°B) | pH   |
|--------------------|-----------|------|
| 1                  | 14,5      | 5,18 |
| 2                  | 14,2      | 4,98 |
| 6                  | 9,0       | 4,64 |
| 8                  | 7,5       | 4,60 |
| 9                  | 6,6       | 4,58 |
| 12                 | 6,4       | 4,56 |

Com os valores de °Brix estabilizados foi decidido realizar a transfega da cerveja para outro galão de 20 litros para o processo de maturação. O processo de maturação foi de duração de 4 dias em que houve uma estabilização no °Brix, como sugerido na Tabela 7.

**Tabela 7** – Dados coletados durante a maturação.

| Dia de fermentação | Brix (°B) | pH   |
|--------------------|-----------|------|
| 3                  | 5,6       | 4,54 |
| 4                  | 5,5       | 4,54 |

A estabilidade no °Brix apresentou o fim da fermentação e maturação, indicando que o processo de envase poderia ocorrer.

### **5.1 Teor Alcoólico e extrato primitivo**

Para o cálculo do teor alcoólico, utilizou-se a equação 1 descrita acima. A densidade inicial medida com o densímetro foi de 1,059 e a densidade final, após o período de maturação, foi de 1,014.

$$ABV \text{ (concentração de álcool)} = \frac{(1,059 - 1,014)}{0,00738} = 6,10$$

Portanto, o teor alcoólico na cerveja fabricada foi de 6,10%. Comparado ao teor alcoólico sugerido (5,3%) pelo software BeerSmith, percebeu-se a diferença de 0,9%. Esta diferença se encontra na eficiência do processo em geral, em que a eficiência foi de 62,5% e na eficiência

do processo de fermentação. Portanto, a cerveja Pale Ale fabricada, considerando-se o teor alcoólico, foi considerada de alto teor alcoólico.

O cálculo do extrato primitivo envolve as variáveis extrato aparente final, extrato real final. Para isso, o primeiro passo é utilizar a equação 2 para calcular o extrato aparente final:

$$P = 668,72.1,014 - 463,37 - 205,35.(1,014)^2 = 3,57$$

Após determinado o EFA, precisou-se do EFR (extrato real final), em que este foi adquirido com o auxílio de um refratômetro. O EFR foi de 4,5°Brix.

Por fim, empregou-se a equação 4:

$$EO = \frac{5,5 - 2,92}{0,1808} = 14,27$$

De acordo com a classificação pré-estabelecida de cerveja quanto ao extrato primitivo, a cerveja Pale Ale produzida é forte.

## **5.2 Análise sensorial**

A análise sensorial da cerveja fabricada foi feita no laboratório de biotecnologia do Campus Alto Paraopeba, UFSJ, durante um intervalo de tempo de 1 hora e 25 minutos, a começar das 17 horas e 20 minutos. O corpo de avaliadores era constituído tanto do sexo masculino quanto feminino, funcionários, estudantes, professores, de idades variadas em que a média da idade foi de 24,5 no geral, 25,6 para homens e 22,5 para mulheres. A aceitação entre homens e mulheres foi parecida, com 7,08 para homens e 7,10 para mulheres, indicando que o mercado da cerveja Pale Ale não é restrito a somente um tipo de sexo.

Foi realizado um teste de aceitação, classificado como teste afetivo – testes realizados com a finalidade de desvendar a aceitação de um produto novo ou modificado –, em que o teste era constituído de uma ficha de 9 pontos em escala hedônica como apresentada na Figura 12. As cervejas foram chamadas de escura (Pale Ale) e clara (Ale Porter).

**TESTE DE ACEITAÇÃO**

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_

Por favor, avalie a amostra codificada e use a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou da amostra.

Em geral, consome cerveja: ( ) SIM ( ) NÃO

9 – Gostei extremamente

8 – Gostei muito

7 – Gostei moderadamente

6 – Gostei ligeiramente

5 – Nem gostei, nem desgostei

4 – Desgostei ligeiramente

3 – Desgostei moderadamente

2 – Desgostei muito

1 – Desgostei extremamente

Código da amostra: \_\_\_\_\_

Impressão global: \_\_\_\_\_

Sabor: \_\_\_\_\_

Aroma: \_\_\_\_\_

Cor: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

**Figura 12 –** Ficha do teste de aceitação.

O teste se desenvolveu com uma explicação sobre o teste e com a apresentação das amostras em copos plásticos de 80 mL. Um a um, os avaliadores fizeram a degustação da cerveja clara e escura e em consequente preencheram a ficha. O total de avaliadores foi de 58. A Tabela 8 apresenta o resultado obtido no teste.

**Tabela 8 –** Dados do teste de aceitação.

| Avaliador | Impressão Global |               | Sabor        |               | Aroma        |               | Cor          |   |
|-----------|------------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---|
|           | <i>Clara</i>     | <i>Escura</i> | <i>Clara</i> | <i>Escura</i> | <i>Clara</i> | <i>Escura</i> | <i>Clara</i> |   |
| 1         | 8                | 8             | 9            | 6             | 8            | 8             | 8            | 8 |
| 2         | 6                | 8             | 8            | 9             | 6            | 8             | 7            | 6 |
| 3         | 7                | 9             | 9            | 9             | 7            | 8             | 8            | 8 |
| 4         | 6                | 6             | 9            | 8             | 6            | 7             | 8            | 8 |
| 5         | 6                | 8             | 7            | 9             | 4            | 5             | 9            | 9 |
| 6         | 6                | 7             | 8            | 7             | 7            | 8             | 4            | 5 |
| 7         | 4                | 4             | 8            | 6             | 7            | 7             | 6            | 7 |
| 8         | 6                | 7             | 8            | 6             | 7            | 5             | 8            | 8 |
| 10        | 8                | 9             | 4            | 6             | 6            | 8             | 6            | 8 |
| 11        | 7                | 8             | 9            | 8             | 7            | 7             | 6            | 9 |
| 12        | 6                | 8             | 9            | 7             | 9            | 8             | 9            | 9 |

|    |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 13 | 8 | 9 | 8 | 7 | 7 | 7 | 6 | 7 |
| 15 | 7 | 8 | 9 | 9 | 6 | 8 | 7 | 9 |
| 16 | 8 | 9 | 7 | 9 | 7 | 7 | 9 | 6 |
| 17 | 5 | 6 | 9 | 7 | 7 | 8 | 8 | 7 |
| 18 | 7 | 7 | 7 | 7 | 8 | 3 | 9 | 7 |
| 19 | 8 | 8 | 5 | 8 | 4 | 4 | 6 | 8 |
| 20 | 9 | 7 | 7 | 8 | 5 | 5 | 8 | 6 |
| 21 | 6 | 8 | 6 | 7 | 8 | 4 | 7 | 4 |
| 22 | 8 | 4 | 7 | 9 | 5 | 6 | 7 | 9 |
| 23 | 8 | 7 | 8 | 5 | 6 | 5 | 6 | 8 |
| 24 | 8 | 2 | 7 | 6 | 8 | 8 | 9 | 7 |
| 25 | 9 | 5 | 9 | 7 | 9 | 9 | 8 | 8 |
| 26 | 6 | 3 | 7 | 8 | 6 | 7 | 6 | 9 |
| 27 | 7 | 6 | 7 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 28 | 8 | 6 | 9 | 7 | 8 | 8 | 8 | 7 |
| 29 | 8 | 9 | 7 | 6 | 8 | 8 | 6 | 9 |
| 30 | 6 | 6 | 8 | 9 | 8 | 9 | 8 | 7 |
| 31 | 8 | 7 | 8 | 6 | 8 | 8 | 9 | 9 |
| 32 | 8 | 8 | 7 | 5 | 7 | 7 | 8 | 8 |
| 33 | 6 | 8 | 6 | 3 | 5 | 9 | 8 | 8 |
| 34 | 6 | 5 | 9 | 5 | 7 | 6 | 9 | 9 |
| 35 | 8 | 7 | 7 | 2 | 9 | 9 | 8 | 8 |
| 36 | 8 | 6 | 8 | 6 | 6 | 9 | 7 | 5 |
| 37 | 7 | 9 | 7 | 2 | 8 | 7 | 5 | 6 |
| 38 | 6 | 7 | 8 | 8 | 7 | 9 | 9 | 5 |
| 39 | 7 | 7 | 9 | 7 | 8 | 8 | 7 | 1 |
| 40 | 7 | 7 | 9 | 7 | 8 | 8 | 5 | 5 |
| 41 | 7 | 7 | 7 | 6 | 9 | 9 | 7 | 4 |
| 42 | 9 | 7 | 5 | 5 | 7 | 9 | 9 | 9 |
| 43 | 6 | 8 | 7 | 9 | 6 | 6 | 4 | 5 |
| 44 | 9 | 8 | 7 | 8 | 7 | 9 | 7 | 9 |
| 45 | 8 | 8 | 8 | 7 | 6 | 8 | 5 | 7 |
| 46 | 6 | 7 | 7 | 8 | 5 | 6 | 8 | 8 |
| 47 | 9 | 9 | 6 | 8 | 9 | 7 | 6 | 7 |
| 48 | 8 | 8 | 5 | 8 | 7 | 9 | 6 | 7 |
| 49 | 4 | 8 | 6 | 9 | 5 | 8 | 8 | 5 |
| 50 | 8 | 8 | 8 | 4 | 8 | 7 | 6 | 7 |
| 51 | 8 | 6 | 7 | 8 | 8 | 8 | 6 | 5 |
| 52 | 8 | 6 | 4 | 5 | 8 | 7 | 4 | 6 |
| 53 | 8 | 8 | 7 | 5 | 6 | 6 | 7 | 8 |
| 54 | 7 | 9 | 7 | 8 | 9 | 9 | 6 | 8 |
| 55 | 9 | 7 | 3 | 6 | 8 | 9 | 7 | 9 |
| 56 | 8 | 8 | 7 | 9 | 9 | 9 | 7 | 4 |
| 57 | 7 | 9 | 6 | 8 | 9 | 7 | 8 | 7 |
| 58 | 8 | 6 | 7 | 8 | 9 | 9 | 8 | 8 |

|               |             |             |             |             |             |             |             |             |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>MÉDIAS</b> | <b>7,22</b> | <b>7,09</b> | <b>7,29</b> | <b>6,97</b> | <b>7,14</b> | <b>7,43</b> | <b>7,12</b> | <b>7,12</b> |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|

Os dados levantados são apresentados em forma de gráfico, identificando a característica de uma distribuição normal. As Figuras 13, 14, 15 e 16 representam respectivamente os dados de impressão global, sabor, aroma e cor.

De acordo com a Tabela 8 é possível classificar as cervejas dentro da escala hedônica como “gostei moderadamente” para impressão global, sabor, aroma e cor, indicando que a cerveja pode vir a ter um potencial mercado nacional.

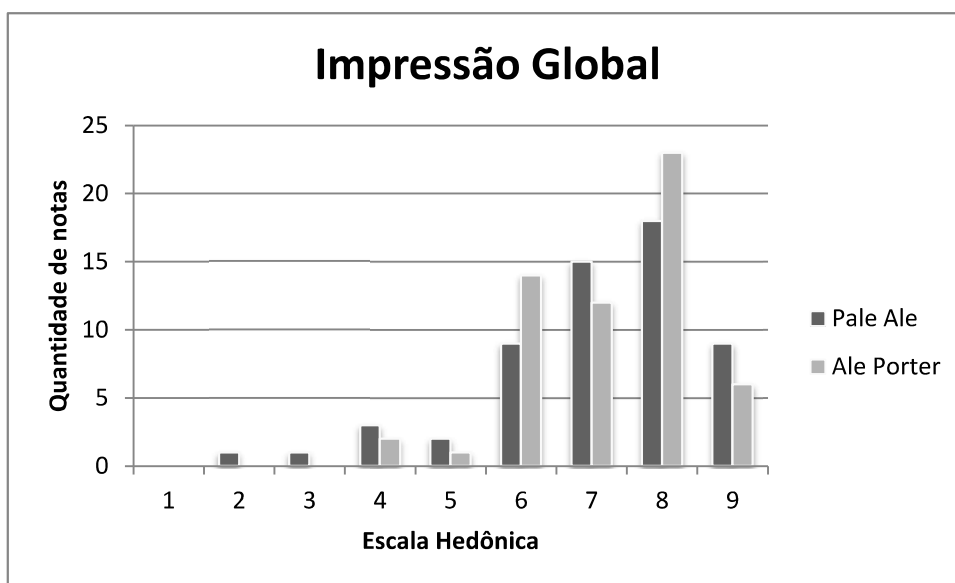


**Figura 13** – Dados das amostras referentes à impressão global.

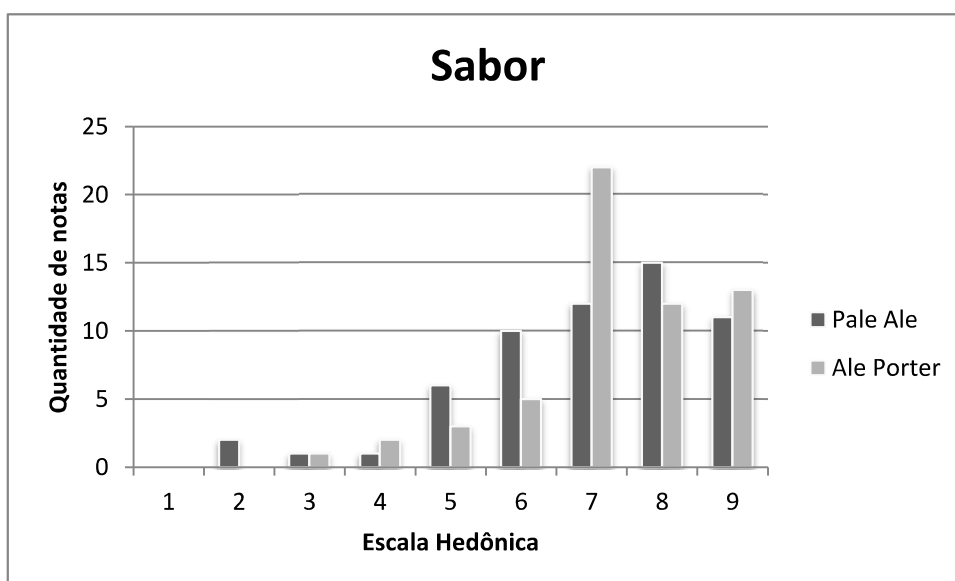


**Figura 14** – Dados das amostras referentes ao sabor.

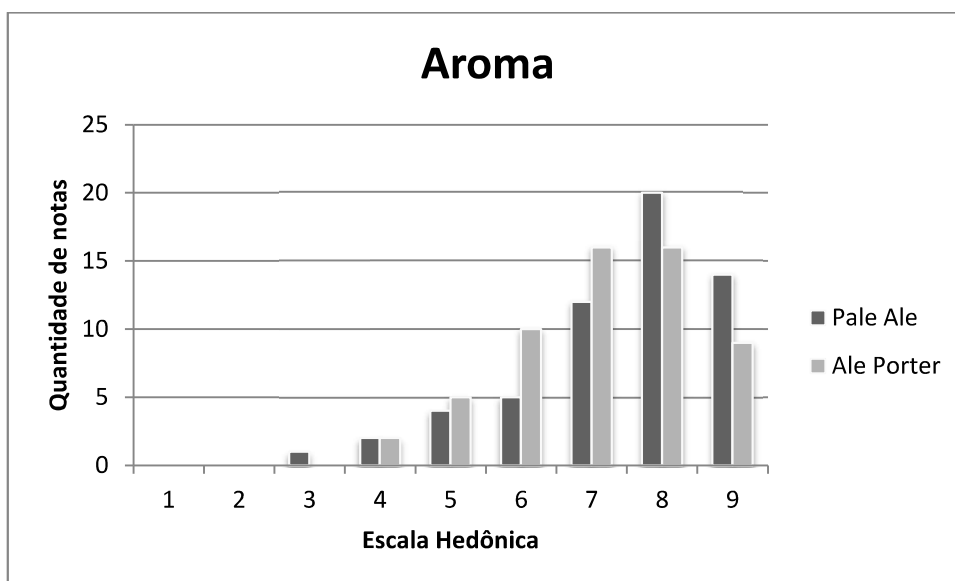


**Figura 15** – Dados das amostras referentes ao aroma.

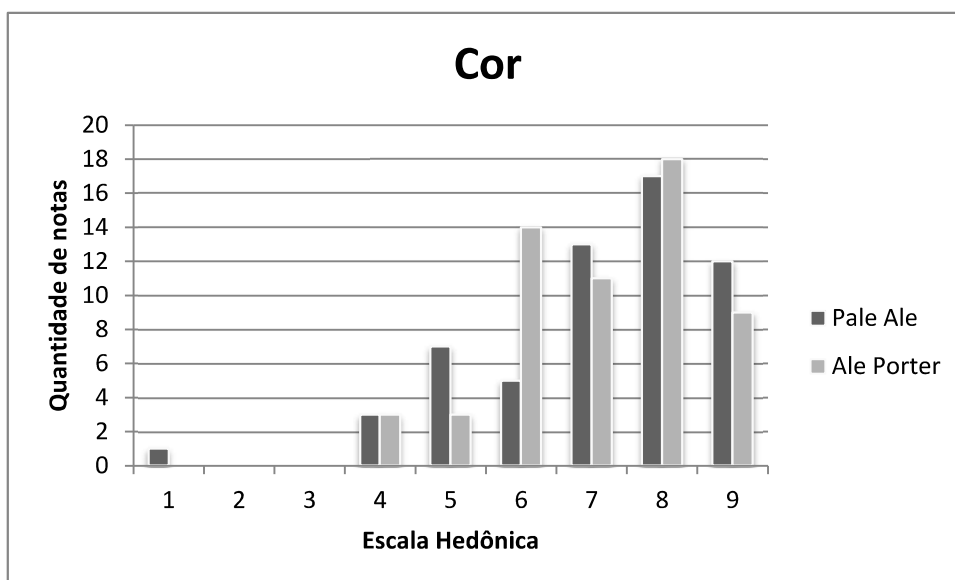


**Figura 16** – Dados das amostras referentes à cor.

Os dados coletados foram analisados também com a análise de variância (ANOVA), que consiste em uma comparação dos dados, relevando individualidades dos avaliadores. As Tabelas 9, 10, 11 e 12 representam os resultados obtidos com a ANOVA com significativo a 5% de probabilidade.

**Tabela 9 – ANOVA dos dados referentes à impressão global.**

| ANOVA             |             |     |             |            |             |             |
|-------------------|-------------|-----|-------------|------------|-------------|-------------|
| Fonte da variação | SQ          | gl  | MQ          | F          | valor-P     | F crítico   |
| Entre grupos      | 0,551724138 | 1   | 0,551724138 | 0,28765179 | 0,592774296 | 3,924330231 |
| Dentro dos grupos | 218,6551724 | 114 | 1,918027828 |            |             |             |
| Total             | 219,2068966 | 115 |             |            |             |             |

**Tabela 10 – ANOVA dos dados referentes ao sabor.**

| ANOVA             |             |     |             |            |             |             |
|-------------------|-------------|-----|-------------|------------|-------------|-------------|
| Fonte da variação | SQ          | gl  | MQ          | F          | valor-P     | F crítico   |
| Entre grupos      | 3,11206896  | 1   | 3,112068966 | 1,27640965 | 0,260939235 | 3,924330231 |
| Dentro dos grupos | 277,948279  | 114 | 2,43814277  |            |             |             |
| Total             | 281,0603448 | 115 |             |            |             |             |

**Tabela 11 – ANOVA dos dados referentes ao aroma.**

| ANOVA             |             |     |             |            |             |             |
|-------------------|-------------|-----|-------------|------------|-------------|-------------|
| Fonte da variação | SQ          | gl  | MQ          | F          | valor-P     | F crítico   |
| Entre grupos      | 2,49137931  | 1   | 2,49137931  | 1,29616807 | 0,257301242 | 3,924330231 |
| Dentro dos grupos | 219,1206897 | 114 | 1,922111313 |            |             |             |
| Total             | 221,612069  | 115 |             |            |             |             |

**Tabela 12 – ANOVA dos dados referentes à cor.**

| ANOVA             |             |     |             |           |             |             |
|-------------------|-------------|-----|-------------|-----------|-------------|-------------|
| Fonte da variação | SQ          | gl  | MQ          | F         | valor-P     | F crítico   |
| Entre grupos      | 5,68434E-14 | 1   | 5,68434E-14 | 2,433E-14 | 0,999999873 | 3,924330231 |
| Dentro dos grupos | 266,3103448 | 114 | 2,336055656 |           |             |             |
| Total             | 266,3103448 | 115 |             |           |             |             |

De acordo com os gráficos apresentados, é possível avaliar que não diferenças significativas entre as amostras analisadas. Os valores de F nas ANOVAS são menores que os valores de F crítico, o que ratifica a dedução a partir dos gráficos. Portanto, o teste de aceitação realizado é inconclusivo.

## 6 CONCLUSÃO

A fabricação de cervejas é um processo bem delineado, em que os processos primordiais são bem elucidados como a mosturação e a fermentação. O controle de temperaturas, pH e assepsia, assim como a qualidade das matérias-primas são de extrema importância para a qualidade e eficiência do processo. A variedade de matérias-primas e a diferença em etapas do processo podem gerar inúmeras cervejas, em que cada uma adquire uma peculiaridade.

O mercado nacional de cervejas está em expansão, em que o consumo per capita tem aumentado gradativamente durante o decorrer dos últimos anos. Essa taxa de crescimento ainda deixa o Brasil aquém de países europeus, em que o consumo médio é de 80 L enquanto que no Brasil é de aproximadamente 68 L. Isto indica o potencial deste tipo de mercado, principalmente das cervejas artesanais que vêm conquistando seu espaço entre os brasileiros.

A cerveja Pale Ale produzida se diferenciou da cerveja proposta no início do projeto com o auxílio do software BeerSmith, em que o teor alcoólico foi superior em 0,9% e a quantidade de cerveja produzida foi 12,5 litros. Essa diferença evidenciou a importância de criar um sistema eficiente e adequado para qualquer tipo de produção. Os dados obtidos durante o acompanhamento na fabricação da cerveja indica que a classificação final da cerveja referente ao teor alcoólico e extrato primitivo foi de alto teor alcoólico e forte, respectivamente.

O teste de aceitação realizado indicou que a cerveja fabricada se enquadra dentro do nível “gostei moderadamente” na escala hedônica. Este parâmetro equivale para impressão global, sabor, aroma e cor. O teste foi considerado inconclusivo ao aplicar a ANOVA, o que indica que não há diferença significativa entre as cervejas fabricadas em qualquer quesito avaliado, inclusive entre os sexos masculino e feminino.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AQUARONE, E.; LIMA, U.A; BORZANI, W. - BIOTECNOLOGIA Alimentos e bebidas produzidos por fermentação Ed. EDGARD BLUCHER Ltda. São Paulo, Vol. 5, 1983.

ARAUJO, R. L. W. Mercado de Cerveja no Brasil: Um Estudo Econométrico. Rio de Janeiro, 2001.

BAMFORTH, C.W. *et al.* Beer and health. *Handbook of alcoholic Beverages series*. Beer – A quality Perspective. USA: Elsevier; 2009.

BORZANI, W. Biotecnologia industrial. São Paulo: E. Blücher, 2001. 4v, il.

BRIGGS, D. E. Brewing science and practice. Woodhead Publishing, 2004.

CEREDA, M. P. *et al.* Biotecnologia Industrial. v.4 – Biotecnologia na produção de alimentos. Edgard Blücher: São Paulo, 2005.

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

FERNANDES, C. Morfologia e citologia dos fungos, 2010.

FREITAS, G. L. Potencial antioxidante e compostos fenólicos na cerveja, chopp, cevada (*Hordeum vulgare* L.) e no bagaço de brassagem. Florianópolis, 2006.

JORGE, E. P. M. Processamento de cerveja sem álcool. Goiás, 2004.

<[http://www.cervejasdomundo.com/Na\\_antiguidade.htm/](http://www.cervejasdomundo.com/Na_antiguidade.htm/)>. Acessado em 2015.

<<http://cervejarte.org/blog/calcularte/atenuacao-e-outras-variaveis-da-fermentacao/>>. Acessado em 2015.

<<http://www.sindicerv.com.br/default.php>>. Acessado 2015.

MINIM, V. Análise Sensorial: Estudos com consumidores. Viçosa: UFV, 2006.

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

MONTEIRO, C. L. B. Técnicas de Avaliação sensorial. 2. ed. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, CEPPA, 1984.

NEVES, L. C. M. Obtenção da enzima glicose 6-fosfato desidrogenase utilizando “*Saccharomyces cerevisiae*” W303-181, 2006.

PORTO, P. D. Tecnologia de fabricação de malte: uma revisão. Porto Alegre, 2011.

SCHINCARIOL. Primo Schincariol Industria de cervejas e refrigerante, 2000.

REINOLD, M. Manual Prático de Cervejaria. 1.ed. São Paulo : Aden, 1997.

TEIXEIRA, E. et al Análise sensorial de alimentos. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1987. 180 p.

TSCHOPE, E. C. Microcervejarias e cervejarias: a história, a arte e a tecnologia. São Paulo: Aden Editora, 2001.

TSCHOPE, E. C.; NOHEL, F. A malteação da cevada. Vassouras: Senai – RJ, 1999.

WRIGHT, C.A. *et al.* Beer and Wine Consumers’ Perceptions of the Nutritional Value of Alcoholic and Nonalcoholic Beverages. Journal Of Food Science. 2008a; 73(1): H8-H1.