

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DE TECNOLOGIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS  
CÂMPUS CAMPO MOURÃO – PARANÁ

MAYARA DE OLIVEIRA SCHORK

**ELABORAÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL TIPO ALE COM MALTE DE MILHO E  
FARINHA DE ARROZ**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO  
2015

MAYARA DE OLIVEIRA SCHORK

**ELABORAÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL TIPO ALE COM MALTE DE MILHO E  
FARINHA DE ARROZ**

Trabalho de conclusão de curso de graduação, do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos da Coordenação dos Cursos de Tecnologia e Engenharia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, *Câmpus* Campo Mourão, como requisito para a obtenção do título de Tecnólogo de Alimentos.

Orientador: Dr. Manuel Salvador Vicente Plata Oviedo.

CAMPO MOURÃO  
2015



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Departamento Acadêmico de Alimentos



---

### TERMO DE APROVAÇÃO

“ELABORAÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL TIPO ALE COM MALTE DE MILHO E FARINHA DE ARRZ”

POR

MAYARA DE OLIVEIRA SCHORK

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado em 08 de Julho de 2015 como requisito parcial para obtenção do título de Tecnóloga em Tecnologia em Alimentos. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

---

Manuel S. V. Plata Oviedo  
Orientador

---

Livia Bracht  
Membro da banca

---

Evandro Bona  
Membro da banca

---

**Nota:** O documento original e assinado pela Banca Examinadora encontra-se na Coordenação do Curso de Tecnologia em Alimentos da UTFPR *Campus* Campo Mourão.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado essa oportunidade de enfrentar uma vida acadêmica. Ele sabe de todo o sofrimento para chegar até aqui, foi uma caminhada longa. Agradeço a Ele por ter me dado forças para continuar e nunca desistir.

Também agradeço a minha mãe Claudete, meu pai Carlos, meu marido Thiago, minha irmã Michele, meu cunhado Carlos, meu vô João, minha sogra Ivanil, meu sogro Odeto, minha cunhada Lucimara, meu cunhado Marcos, minha cunhada Cheila e meu cunhado Jorge por terem me aturado durante essa etapa difícil e por terem me ajudado em cada fase, sempre me apoiando e dando força para jamais desistir.

Aos meus amigos que encontrei na universidade: Anderson, Jéssica, Thais, Dayani, Tiago, Camila, Wallace, Flávia, Isabela, Juliana, Regiane, Jessica de Souza, Abidon, Willian, Jaqueline e Mariana. Os professores Prof. Manuel Salvador Vicente Plata Oviedo; Prof. Pedro Henrique Cardines; Prof<sup>a</sup> Renata Fuchs; entre outros, que me deram dicas e conselhos. E a todos os outros que diretamente ou indiretamente contribuíram para esse meu crescimento.

Aos colegas que ajudaram para que esse projeto desse certo, Rafael, Carolina, Rafael (Polaco), Josiele, Giorgia, Luiz, Magali, Reginaldo, Gilson, Alessandra, Paulo, Fernando, Rodrigo, Weller, Ricardo, Débora, Wagner, Adriana, Rafael, Elaine, Jayson, Marcus e mais alguns outros que ajudaram experimentando e dando conselhos pra que eu melhorasse sempre. Obrigada.

## RESUMO

SCHORK, Mayara O. **Elaboração de Cerveja Artesanal Tipo Ale com Malte de Milho e Farinha de Arroz.** Trabalho de Conclusão de Curso – Tecnologia em Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Campo Mourão, 2015.

Doença celíaca é uma intolerância permanente ao glúten, cujo tratamento consiste na exclusão desta proteína da dieta. Com o acesso limitado de cerveja sem glúten, indivíduos que possuem a doença possuem dificuldade em consumir a bebida. O objetivo do presente trabalho foi elaborar e avaliar a aceitação de cervejas sem glúten utilizando farinha de arroz (cerveja B) e uma mistura de malte de milho e farinha de arroz (cerveja A). Após elaboração, as cervejas A e B foram submetidas a análises físico-químicas (pH, acidez e teor alcoólico) e sensoriais de aceitação de atributos e comparadas com uma cerveja leve comercial com glúten, tipo pilsen. As características de pH (3,6) e teor alcoólico (5,6°GL) da cerveja A se enquadraram nos valores das cervejas ales tradicionais. Já a cerveja B com pH (3,3) e teor alcoólico (2,14°GL) apresentou valores baixos. A avaliação sensorial mostrou que cerveja B foi a que apresentou os menores valores nos atributos sabor, odor e cor, não sendo do agrado dos avaliadores. A cerveja A (arroz/milho) apresentou valores médios dos atributos sabor e cor, respectivamente de 6,59 e 6,02 que foram inferiores ( $p < 0,05$ ) às da cerveja comercial, com médias de 7,55 e 7,56. Quanto ao atributo odor, as médias da cerveja A (6,80) e comercial (7,10) não diferiram estatisticamente ( $p > 0,05$ ). Quanto às menções positivas a cerveja A recebeu 73,22% para o atributo sabor, 75,55% para o atributo odor e 66,88% para o atributo cor. Esses resultados apontam que a cerveja elaborada com malte de milho e farinha de arroz apresenta potencial de consumo e que fabricação da mesma contribuiu na ampliação dos conhecimentos na área de tecnologia de fabricação de cervejas sem glúten.

**Palavras-chaves:** cerveja sem glúten, fermentação, avaliação sensorial.

## ABSTRACT

SCHORK, Mayara O. **Preparation of Beer Craft Type Ale Malt Corn and Rice Flour.** Trabalho de Conclusão de Curso – Tecnologia em Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Campo Mourão, 2015.

Celiac disease is a permanent intolerance to gluten, the treatment consists of the exclusion of this dietary protein. With limited access to gluten-free beer, individuals who have the disease have difficulty consuming the drink. The objective of this study was to develop and evaluate the acceptance of gluten-free beers using rice flour (B beer) and a mixture of corn malt and rice flour (beer A). After preparation, the beers A and B were subjected to physical and chemical analysis (pH, acidity and alcohol content) and sensory acceptance attributes and compared with a commercial light beer with gluten, type lager. The pH characteristics (3.6) and alcohol (5.6°GL) the beer fulfilled the traditional ales beers values. Already beer B with pH (3.3) and alcohol (2.14 ° GL) showed low values. The sensory evaluations showed that beer B was the one with the lowest values in the attributes taste, odor and color and are not to the liking of the evaluators. Beer A (rice / corn) showed average values of flavor and color attributes, respectively of 6.59 and 6.02 were lower ( $p < 0.05$ ) to the commercial beer, with averages of 7.55 and 7, 56. As for the odor attribute, average beer A (6.80) and commercial (7.10) were not statistically different ( $p > 0.05$ ). As for positive mentions the Beer received 73.22% for flavor attribute, 75.55% for the attribute odor and 66.88% for the color attribute. These results indicate that the beer made with corn malt and rice flour has the potential consumption and production of the same contributed to the expansion of knowledge in manufacturing technology field of gluten-free beers.

**Keywords:** gluten-free beer, fermentation, sensory evaluation.

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 - Fabricação de Cerveja.....  | 17 |
| Figura 2 - Fluxograma processo malte de milho. ....                                      | 23 |
| Figura 3 – Fluxograma elaboração de cerveja sem glúten de milho e farinha de arroz. .... | 24 |
| Figura 4 - Fluxograma elaboração de cerveja sem glúten de farinha de arroz. ....         | 25 |

## LISTA DE GRÁFICOS

|  |    |
|--|----|
| Gráfico 1 – Distribuição de frequência para o atributo sabor ..... | 32 |
| Gráfico 2 - Distribuição de frequência para o atributo odor .....  | 32 |
| Gráfico 3 - Distribuição de frequência para o atributo cor .....   | 33 |
| Gráfico 4 - Índice de aceitabilidade das cervejas. ....            | 34 |
| Gráfico 5 - Intenção de compra das cervejas. ....                  | 34 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 - Formulações das cervejas sem glúten elaboradas com milho e farinha de arroz.....                  | 24 |
| Tabela 2 - Ficha utilizada para preenchimento no teste de ordenação da preferência e intenção de compra..... | 27 |
| Tabela 3 - Resultado análise físico-químicos das cervejas sem glúten (tipo ale) e comercial.....             | 29 |
| Tabela 4 - Resultados da avaliação sensorial das cervejas.....   | 31 |

# SUMÁRIO

|            |                                      |           |
|------------|--------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>   | <b>INTRODUÇÃO</b>                    | <b>11</b> |
| <b>2</b>   | <b>OBJETIVO</b>                      | <b>13</b> |
| <b>2.1</b> | <b>OBJETIVO GERAL</b>                | <b>13</b> |
| <b>2.2</b> | <b>OBJETIVO ESPECÍFICO</b>           | <b>13</b> |
| <b>3</b>   | <b>REVISÃO DE LITERATURA</b>         | <b>14</b> |
| <b>3.1</b> | <b>CERVEJA</b>                       | <b>14</b> |
| 3.1.1      | ÁGUA                                 | 15        |
| 3.1.2      | MALTE                                | 15        |
| 3.1.3      | LÚPULO                               | 16        |
| 3.1.4      | LEVEDURA                             | 16        |
| <b>3.2</b> | <b>PRODUÇÃO DA CERVEJA ARTESANAL</b> | <b>17</b> |
| 3.2.1      | MOAGEM DO MALTE                      | 17        |
| 3.2.2      | MOSTURAÇÃO OU BRASSAGEM              | 17        |
| 3.2.3      | FILTRAÇÃO                            | 18        |
| 3.2.4      | FERVURA                              | 19        |
| 3.2.5      | CLARIFICAÇÃO DO MOSTO                | 19        |
| 3.2.6      | MATURAÇÃO                            | 20        |
| <b>3.3</b> | <b>GLÚTEN</b>                        | <b>21</b> |
| 3.3.1      | CERVEJA SEM GLÚTEN                   | 21        |
| <b>3.4</b> | <b>DOENÇA CELÍACA</b>                | <b>22</b> |
| <b>4</b>   | <b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>           | <b>23</b> |
| <b>4.1</b> | <b>MATERIAIS</b>                     | <b>23</b> |
| <b>4.2</b> | <b>MÉTODOS</b>                       | <b>23</b> |
| 4.2.1      | ANÁLISE DE PH                        | 26        |
| 4.2.2      | ANÁLISE DE ACIDEZ                    | 26        |
| 4.2.3      | TEOR ALCOÓLICO                       | 26        |
| 4.2.4      | ANÁLISE SENSORIAL                    | 27        |
| 4.2.5      | ANÁLISE ESTATÍSTICA                  | 28        |
| 4.2.6      | ÍNDICE DE ACEITABILIDADE             | 28        |
| <b>5</b>   | <b>RESULTADOS E DISCUSÕES</b>        | <b>29</b> |
| <b>5.1</b> | <b>ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS</b>      | <b>29</b> |
| 5.1.1      | ANÁLISE DE PH                        | 29        |
| <b>5.2</b> | <b>ANÁLISE SENSORIAL</b>             | <b>30</b> |
| <b>6</b>   | <b>CONCLUSÃO</b>                     | <b>36</b> |
| <b>7</b>   | <b>REFERÊNCIAS</b>                   | <b>37</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A doença celíaca é uma doença intestinal crônica, causada pela intolerância ao glúten. Ela é caracterizada por uma enteropatia mediada pelo sistema imunológico, associada com má digestão e má absorção da maioria dos nutrientes e vitaminas. A doença celíaca geralmente se manifesta na infância, entre o primeiro e terceiro ano de vida, podendo, entretanto, surgir em qualquer idade, inclusive na adulta. O tratamento da doença consiste em uma dieta totalmente isenta de glúten (ACELBRA, 2004; SILVA et al., 2006).

No trigo o glúten é formado por uma mistura de duas proteínas, a gliadina (uma prolamina) e glutenina (uma glutelina). A fração prolamina é tóxica para os doentes celíacos (TEIXEIRA, 2012). Os cereais como a cevada e o centeio contém prolaminas, respectivamente, hordeína e secalina com as mesmas consequências fisiológicas da gliadina do trigo, por tal motivo, cevada e centeio são genericamente classificados como cereais contendo glúten.

A legislação brasileira (BRASIL, 1997) define cerveja como sendo a bebida obtida pela fermentação alcoólica de mosto oriundo de malte de cevada e água potável, por ação de levedura, com adição de lúpulo. Parte do malte de cevada poderá ser substituída por adjuntos (cevada, arroz, trigo, centeio, milho, aveia e sorgo, todos integrais, em flocos ou a sua parte amilácea) e por carboidratos de origem vegetal, transformados ou não.

O processo fermentativo da cerveja pode-se ser dividido em dois processos distintos, de alta e de baixa fermentação, produzindo respectivamente as cervejas do tipo ale e lager (EVANGELISTA, 2012).

Cervejas do tipo lager são fermentadas à temperatura de 3,3 a 13 °C sendo que a duração da fermentação e da maturação pode ser de 4 a 12 semanas (REBELLO, 2009). Nas do tipo Ale a fermentação se dá na superfície do mosto por cepas *Saccharomyces cerevisiae*. Normalmente a fermentação ocorre em 7 dias, em temperaturas superiores a 18°C (SACHS, 2001; FERMENTIS, 2012).

O malte, um produto obtido da germinação e secagem da cevada, contém a proteína hordeína que é intolerável para os portadores da doença celíaca. Os produtos que contenham malte, xarope de malte ou extrato de malte não devem ser consumidos pelos celíacos e por isto uma dieta isenta de glúten é a recomendada (ACELBRA, 2004).

A disponibilidade de cerveja livre de glúten é bastante limitada, e os produtos ofertados são elaborados com malte onde o glúten é degradado pela ação de proteases, atingindo baixos níveis (3ppm) de glúten pelo teste de ELISA (Enzyme Linked Immunosorbent Assay) (VEIT, 2013).

Outra abordagem é a substituição do malte por cereais ou amiláceos isentos de glúten. Neste sentido o objetivo deste trabalho foi substituir o malte por milho, arroz ou uma mistura entre eles para a obtenção de uma “cerveja” sem glúten e de boa aceitação.

## **2 OBJETIVO**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Elaborar cervejas artesanais tipo Ale isentas de glúten usando farinha de arroz e uma mistura de malte de milho e farinha de arroz.

### **2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO**

- Obter o malte de milho.
- Avaliação físico-química da cerveja.
- Avaliar as características sensoriais da cerveja sem glúten e compará-la com uma cerveja comercial com glúten.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 CERVEJA

A cerveja é uma bebida alcoólica feita de cevada (planta da família das gramíneas, que tem alto teor de amido), água, lúpulo (planta trepadeira) e levedura.

Cultivados em climas temperados, os grãos de cevada, após a colheita, são colocados para germinar, visando à indução das enzimas  $\alpha$ -amilase e  $\beta$ -amilase que transformarão o amido em açúcares fermentescíveis. O grão, germinado e seco em condições controladas chama-se malte. Outros grãos - como o milho, o trigo ou o arroz - são usados, em associação ao malte, como fonte secundária de açúcar. O amido desses cereais pode ser convertido em açúcar pelas amilases presentes no malte (SANTOS et al., 2013).

Em 2014 o consumo de cerveja no Brasil foi de 14,1 bilhões de litros ocupando a posição de terceiro maior produtor de cerveja do mundo, atrás apenas da China (48,42 bilhões em 2012) e dos Estados Unidos 23,39 bilhões em 2012, e tendo a cerveja como a bebida alcoólica mais consumida no país. No entanto, o Brasil ainda encontra uma distância significativa entre o potencial produtivo/consumidor de cervejas industriais e artesanais (SICOBÉ, 2014; SEBRAE, 2014).

Diante desse cenário otimista, do ponto de vista do potencial de crescimento das cervejarias, em países de baixo consumo per capita como China e Brasil, as cervejarias artesanais ainda continuam sua longa jornada rumo à obtenção de fatias mais significativas no mercado nacional (SEBRAE, 2014).

Segundo Varnam e Sutherland (1997), Venturini Filho, (2005) citado por D`avila et al. (2012) a água, representa de 92-95% da composição da cerveja. Os cereais utilizados servem de fontes de carboidratos fermentescíveis, proteínas, minerais, sendo que o mais utilizado é a cevada maltada. Do lúpulo (*Humulus lupulus*) provêm óleos essenciais, substâncias minerais, polifenóis e resinas amargas, que conferem à bebida o amargor, sabor característico, e propriedades antimicrobianas. As leveduras utilizadas são os componentes responsáveis pela fermentação do mosto, com formação de produtos que determinam o sabor da cerveja e conferem as características próprias da bebida.

### 3.1.1 Água

A água deve ser também insípida, inodora e ter pH ideal entre 6,5 e 8 – para atingir o pH ideal para as enzimas do malte, quando acontecer a mistura entre malte e água (MATOS, 2011).

Em quantidade, a água é o principal componente da cerveja e suas propriedades é um dos fatores mais significativos na qualidade final do produto. A atual disposição tecnológica favorece a possibilidade do uso de água com teor de pureza e sais minerais adequados para produção de cerveja (MEGA, NEVES; ANDRADE, 2011).

A água dura, rica em sais minerais, é excelente para a cerveja amarga; a água leve, encontrada em regiões montanhosas, é ideal para cervejas mais leves. Muitas cervejarias estabelecem-se em locais onde possam explorar a água natural da região. Atualmente, as cervejarias tratam a água por osmose reversa para depois acrescentar sais minerais de acordo com o estilo de cerveja a ser fabricado (SANTOS et al., 2013; EUWA, 2006).

### 3.1.2 Malte

A cevada é depositada de molho em água durante alguns dias, para amolecer e atingir umidade de 35 a 45%. Em seguida, é drenada e deixada na temperatura de 15°C para a germinação começar. Nessa fase do processo, os grãos são revolvidos mecanicamente e ventilados a cada período de seis a doze horas, impedindo assim que grudem. Os fatores alta umidade de oxigenação favorecem a germinação do grão (SANTOS et al., 2013).

Na germinação da cevada para obtenção do malte, enzimas, como  $\alpha$  e  $\beta$ -amilases são produzidas pelo próprio metabolismo da semente para que o amido do endosperma seja hidrolisado parcialmente em açúcares fermentescíveis (maltose, glicose, maltotriose) que serão usadas de energia para o embrião se desenvolver e originar uma nova planta. Para preservar a atividade enzimática o malte verde é seco a baixas temperaturas (50 a 60°C) até atingir 23% de umidade. Após esta etapa são efetuados ligeiros aumentos da temperatura até atingir 6% de umidade. Por último o malte é tostado a temperaturas de 70 a 80°C para obtenção de maltes claros de elevada atividade enzimática como o malte pilsen usado na maioria das cervejas como malte base, precursor dos açúcares fermentescíveis. Quando tostado a elevadas temperaturas (100 a 300°C) a finalidade é a fabricação de maltes

escuras, sem atividade diastática, usados em pequenas quantidades (1 a 5%) para conferir cor, aroma e sabor a cerveja (MATOS, 2011; PORTO, 2011; SACH, 2001).

### 3.1.3 Lúpulo

Um dos principais ingredientes na produção da cerveja é o lúpulo. É uma planta trepadeira com o nome de *Humulus lupulus* cultivada em climas frios do hemisfério norte como Inglaterra, Alemanha, República Checa e Estados Unidos. É uma planta dióica (plantas machos e fêmeas separadas), mas para a produção da cerveja são utilizadas apenas as flores femininas. Nas glândulas de lupulina encontram-se as resinas ( $\alpha$ -ácidos) e óleos essenciais que conferem à bebida, respectivamente, o sabor amargo e aroma característico. Além do aroma e do amargor, o lúpulo apresenta ação antisséptica, pois os iso- $\alpha$ -ácidos são bacteriostáticos, e contribuem para estabilidade do sabor e espuma da cerveja (CERRI, 2012; SANTOS, *et al*, 2013; MEGA; NEVES; ANDRADE, 2011; MATOS, 2011; SANTOS, 2011).

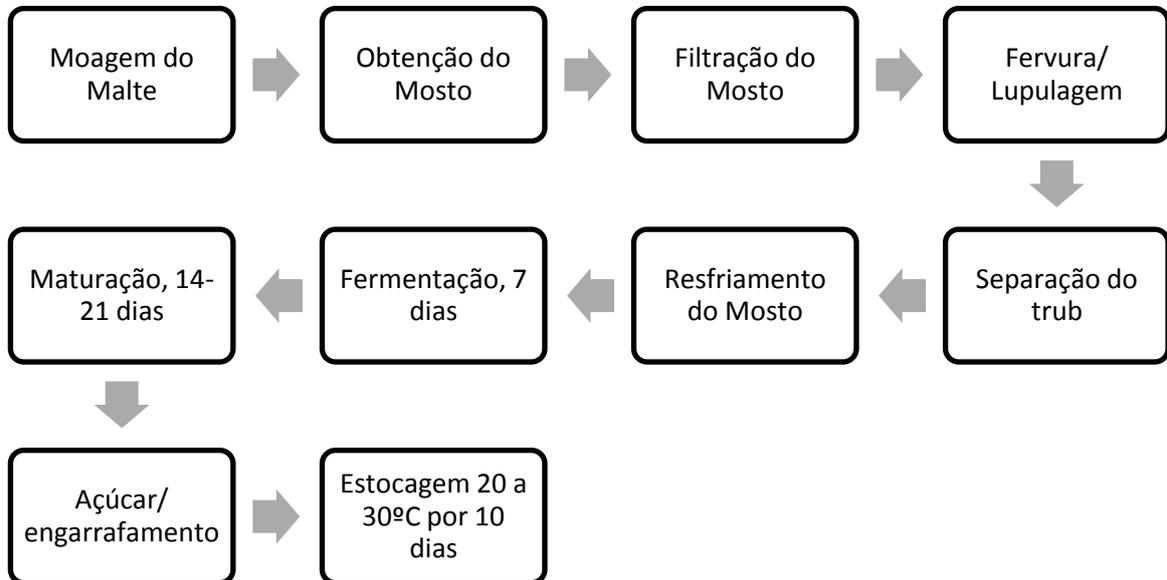
Os lúpulos são comercializados na forma de flores prensadas, pó, extrato e principalmente na forma de “pellets”. Dependendo do tipo de cerveja, tipo de lúpulo e concentração das substâncias aromáticas e de amargor são utilizados de 1 a 5 gramas por litro de lúpulo na forma de “pellets”. Já os extratos, são usados em concentrações menores, pois são mais concentrados (SACHS, 2001).

### 3.1.4 Levedura

O fermento mais utilizado para produção da cerveja é a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, com cepas de alta e baixa fermentação, denominadas respectivamente, ale e lager. O fermento é utilizado para realizar o processo de fermentação microbiológica dos açúcares presentes no mosto cervejeiro. O processo de alta fermentação normalmente ocorre a uma temperatura entre 15 e 22°C, sendo que fermentam na parte superior do mosto. Normalmente fermentam todo o açúcar em um período de 3 a 5 dias. Já o processo de baixa fermentação ocorre a uma temperatura de 6 a 15°C, fermentam a partir do fundo do mosto e normalmente demoram cerca de 10 dias (MATOS, 2011; EVANGELISTA, 2012).

## 3.2 PRODUÇÃO DA CERVEJA ARTESANAL

A Figura 1 mostra o processo de fabricação de cerveja artesanal tipo ale.



**Figura 1 - Fabricação de Cerveja**

### 3.2.1 Moagem do Malte

O malte é colocado no interior de um moinho de rolos cilíndricos para expor o amido do endosperma sem danificar a casca do grão, além de aumentar a área superficial para ação das enzimas na etapa da mosturação. A importância da casca do malte ser apenas rasgada no processo de moagem está relacionada com a velocidade da filtração após a mosturação, pois ela, quando inteira, forma um meio de filtração mais poroso (MATOS, 2011; EVANGELISTA, 2012).

### 3.2.2 Mosturação ou Brassagem

Após a moagem do malte, o grão triturado é transferido a um tanque de mosturação. Na planta industrial, o material que compõe esse tanque geralmente é o cobre ou o aço inoxidável (EVANGELISTA, 2012).

Mostura ou brassagem são os termos usados pelos cervejeiros para o processo de embeber em água quente o malte (60 a 70°C). As enzimas contidas no grão de cevada maltada, por influência da temperatura, dão início à hidrólise do amido, transformando amido em açúcares fermentescíveis (maltose, glicose,

maltotriose) e dextrinas, além de extrair outras substâncias como proteínas, vitaminas, taninos, etc. (MATOS, 2011).

Diferentes faixas de temperatura conduzem a mostos ricos em açúcares fermentescíveis ou em dextrinas. Geralmente, altas temperaturas de mosturação (67 a 72°C) favorecem a ação da  $\alpha$ -amilase que produz um hidrolisado de amido, chamado de dextrinas, que não é fermentado pelas leveduras, resultando em cervejas mais encorpadas e adocicadas. Temperaturas mais baixas na mistura (62 a 66°C) produzem açúcares, como a maltose, glicose e maltotriose, que são fermentadas completamente pelas leveduras, o resultado são cervejas "secas" (sem doçura). O tempo típico dessa etapa é de 90 minutos (em pequenas cervejarias). No processo de mosturação, obtém-se a extração de 65% dos sólidos totais do malte (MATOS, 2011).

### 3.2.3 Filtração

Ao final da mosturação o mosto é separado da parte sólida insolúvel da massa: a casca do malte, restos de parede celular e proteína coagulada fazem parte do que compõe o resíduo insolúvel que é retirado do mosto através da filtração, esses resíduos dão origem à torta de filtro (EVAGELISTA, 2012).

Este mosto clarificado é chamado de *primário*. Após a extração do mosto primário, a torta é lavada com água quente a fim de se extrair o máximo possível de açúcares remanescentes; este mosto é denominado *secundário*. A mistura do mosto primário e secundário resulta no mosto misto (BRUNELLI, 2012).

A filtração é extremamente importante para a qualidade da cerveja, visto que os sólidos contêm grande quantidade de proteínas e enzimas coaguladas, resquícios de amido não modificado, material graxo, silicatos e polifenóis. Essas substâncias podem prejudicar sabores, odores, viscosidade e visual da cerveja (MATOS, 2011).

A temperatura da mistura durante o processo de filtração deve estar em torno de 75°C, nesse valor a viscosidade do mosto favorece uma boa separação do resíduo, além de inativar as enzimas, bloquear o desenvolvimento bacteriano e não há risco de extrair substâncias insolúveis das matérias primas (EVANGELISTA, 2012).

### 3.2.4 Fervura

O objetivo da fervura é extrair o aroma e o gosto amargo do lúpulo, dissolver o adjunto açucarado (quando utilizado), esterilizar, concentrar, desenvolver cor, inativar enzimas e coagular proteínas presentes no mosto. Durante a fervura, ocorre a destruição da flora bacteriana, a inativação das enzimas que ainda apresentavam alguma atividade e a eliminação de alguns compostos voláteis que conferem odor e sabor da cevada ou do malte (BRUNELLI, 2012).

No processo de fervura vai ocorrer a adição do lúpulo. A temperatura elevada contribui para melhor retirada do extrato dos dois tipos de lúpulo e, assim, ocorre o bom desenvolvimento do sabor e aroma característicos deste. A adição do lúpulo é feita no meio ou no final da fervura, podendo ser adicionado em etapas. O processo é realizado desta maneira porque as resinas responsáveis pelo aroma e sabor do lúpulo são voláteis, logo, se fosse adicionado no início da fervura perderia sua função no processo cervejeiro (EVANGELISTA, 2012).

Esta operação é feita em tina de fervura, construída em aço inoxidável, sob pressão atmosférica, devendo durar de 60 a 120 minutos, o tempo não deve superar 150 minutos (BRUNELLI, 2012).

Depois da fervura, é necessário resfriar o mosto rapidamente, para evitar a oxidação, contaminação por microrganismos, e a formação de DMS (dimetil sulfeto). O DMS é formado por bactérias, ou pelo calor, ao provocar a redução do S-metilmetionina (SMM) (que é produzido na malteação). O DMS tem sabor rançoso, e é característico de algumas *light lagers*, enquanto que em outros estilos é tido como um *off flavor* (sabor não desejável) com aroma e sabor de milho cozido. O DMS é formado também na fervura, mas pelo fato de o líquido estar em ebulição, o mesmo e vapora junto com a água. Quando a ebulição para, ele é formado e permanece no mosto. Então, o mosto passa pelo trocador de calor de placas, ou um chiller é colocado dentro do mesmo, e é resfriado de 100°C para 10 a 20°C imediatamente (MATOS, 2011).

### 3.2.5 Clarificação do mosto

A clarificação do mosto é uma operação realizada num tanque denominado *whirlpool* e é feita por meio da retirada do *trub* (material sedimentado). O mosto é bombeado tangencialmente à parede interna do *whirlpool*. Com esse movimento, as partículas sólidas de maior massa, principalmente resinas do lúpulo, proteínas

coaguladas e taninos do malte são depositadas no centro do fundo cônico do tanque, de onde são retiradas (HORNSEY, 1999 apud BRUNELLI, 2012).

Dessa forma, o líquido de interesse (que será fermentado), poderá ser retirado vagarosamente pela parte inferior das bordas – para que não se perturbe as proteínas decantadas, fazendo com que se dispersem no mosto já clarificado novamente - sem que seja levado junto o *trub*. O tempo para essa dinâmica ocorrer é, em média, 30 minutos (MATOS, 2011). O mosto clarificado a seguir é resfriado por meio de trocadores de placa até temperatura ideal de fermentação, segundo o tipo de levedura (ale ou lager).

#### 3.4.6 Fermentação

Nesta fase ocorre à transformação dos açúcares fermentescíveis em etanol e gás carbônico sob condições anaeróbicas, além da síntese de compostos de aroma e sabor característicos de cerveja. A temperatura ideal para as cervejas de baixa fermentação é de 8 a 11°C e a fermentação dura de cinco a sete dias. A temperatura ideal para as cervejas de alta fermentação é de 18 a 22°C, e essa etapa decorre em 3 a 5 dias (BRUNELLI, 2012).

A fermentação, industrialmente, ocorre em tanques fechados, revestidos por uma camisa externa que permite a passagem de fluído refrigerante (amônia ou etileno glicol) para manter o sistema na temperatura desejada, que pode variar. Em produções artesanais o controle de temperatura é em geladeira, em salas climatizadas, em temperatura ambiente, entre outras técnicas. O principal objetivo da fermentação é obter cervejas com as características sensoriais, químicas e físico-químicas desejadas (MATOS, 2011).

#### 3.2.6 Maturação

Por meios naturais, as ales passam por um período de maturação de poucos dias, menos de um mês. As ales fortes podem precisar de um período de maturação de até um ano. As lagers precisam de um longo período, que varia de seis meses a nove meses, para suavizar seu aroma e sabor. Entretanto, os processos industriais que produzem cerveja em longa escala reduzem esse processo em poucas semanas, controlando temperatura e pressão nas dornas (EVANGELISTA, 2012; HEINEKEN UNIVERSITY, 2015)

O objetivo da maturação é refinar o sabor e o aroma da cerveja pela redução do teor de diacetil, acetaldeído e ácido sulfídrico, além do aumento do teor de éster; carbonatar parcialmente o produto (por meio da fermentação secundária); evitar a ocorrência de oxidações que comprometam sensorialmente a bebida e clarificar o líquido através de deposição do fermento e outros materiais em suspensão (BRUNELLI, 2012).

A maturação pode durar de 4 a 42 dias (generalizando, pois depende do método e do tipo de cerveja). Neste ponto do processo de fermentação, a exposição ao oxigênio só irá contribuir para oxidar a cerveja, ou pior ainda, contaminá-la, por isso deve-se ter cuidado tanto na hora de transferir a cerveja para outro tanque ou garrafa, tanto dentro do maturador, que não deve ter muito oxigênio. Se o mosto é exposto ao oxigênio em temperaturas superiores a 26°C por muito tempo, a cerveja, mais cedo ou mais tarde, desenvolve sabores de papelão molhado (MATOS, 2011).

### 3.3 GLÚTEN

O glúten é um termo genérico utilizado para descrever os constituintes proteicos contidos em vários grãos. É composto por duas frações: as prolaminas e as gluteninas, definidas pelo seu carácter solúvel ou insolúvel em álcool respetivamente. Ambas contêm peptídeos ativadores da inflamação intestinal. As prolaminas existentes no trigo designam-se gliadinas e sofrem digestão incompleta no intestino delgado. Apesar de serem inócuas nos indivíduos saudáveis, as gliadinas e as gluteninas de alto peso molecular são tóxicas para os doentes celíacos (TEIXEIRA, 2012).

#### 3.3.1 CERVEJA SEM GLÚTEN

Conforme consulta realizada em alguns sites observou-se que as cervejas isentas de glúten disponíveis no mercado, o malte de cevada é substituído por sorgo e arroz como a New Grist – EUA ~U\$9,99 (Super Buy Rite, 2015), Dogfish Head Tweason'Ale (frutada com morango) – EUA ~U\$8,97 (Total Wine & More, 2015) e New Planet Pale Ale (extrato escuro de arroz) – EUA ~U\$2,49 (Sunset Corners, 2015). Já outras degradam o glúten enzimaticamente como a Lake Side Beer – Nacional ~R\$15,99 (Emporio Mercantil, 2015), Estrella Damm Daura – Espanha ~R\$ 17,90 (Puro Malte, 2015) e Premium Pils – Bélgica ~U\$1,90 (Beer Merchants, 2015)

e outras utilizam a remoção do glúten do malte presente no mosto por processo de filtração como a Brunehaut Bio Blonde – Bélgica ~US\$ 13,99 (Luekens Liquors, 2015).

### 3.4 DOENÇA CELÍACA

A doença celíaca (DC) é uma intolerância sensível ao glúten. Pode aparecer durante a infância ou na vida adulta, quando uma intolerância permanente ao glúten é desenvolvida. Assim, os pacientes celíacos não podem consumi-lo. Até mesmo a ingestão de uma quantidade mínima de glúten pode causar danos intestinais e conduzir a uma variedade de sintomas, incluindo dor abdominal, perda de peso, diarreia, irritabilidade e complicações em longo prazo, como osteoporose, infertilidade e malignidade (NASCIMENTO; BARBOSA; TAKEITI, 2012).

O tratamento da DC é basicamente dietético e baseia-se na exclusão do glúten da dieta, durante toda a vida, tanto dos indivíduos sintomáticos, quanto assintomáticos, devendo atender às necessidades nutricionais do paciente de acordo com a idade. O glúten poderá ser substituído pelo milho (farinha de milho, amido de milho, fubá), arroz (farinha de arroz), batata (fécula de batata), e mandioca (farinha de mandioca e polvilho). Ainda é discutível o efeito da aveia, já que ela não produz reações na maioria dos pacientes celíacos. Entretanto, há um relato de caso desta doença em que houve uma recaída do paciente após a ingestão de aveia, tendo em vista que a produção de cevada, trigo e centeio é muito maior do que a de aveia e a possibilidade de contaminação cruzada nos moinhos reforçam a orientação para se excluir a aveia da dieta do paciente com a DC (SILVA et al, 2006).

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 MATERIAIS

As matérias-primas utilizadas na produção de cerveja foram água (isenta de cloro, foi proveniente de poço artesiano que abastece a Universidade Tecnológica Federal do Paraná *Câmpus* Campo Mourão), malte (malte de milho), farinha de Arroz, lúpulo amargor (lúpulo Northern Brewer), levedura (fermento cervejeiro de alta fermentação - Fermentis S-04), clarificante (Whirlfloc - base carragena) e açúcar.

### 4.2 MÉTODOS

As cervejas foram produzidas na Universidade Tecnológica Federal do Paraná *Câmpus* Campo Mourão (PR).

Para elaboração do malte de milho foi seguido o fluxograma abaixo:



**Figura 2 - Fluxograma processo malte de milho.**

Para a preparação do malte de milho os grãos de milho foram macerados durante 2 dias, a 4°C para elevar a umidade do grão na faixa de 40 a 45%. Para isto

utilizou-se água destilada estéril na proporção de uma parte de grão para três de água. A água foi renovada a cada 12 horas, mantendo a temperatura constante a cada renovação de água.

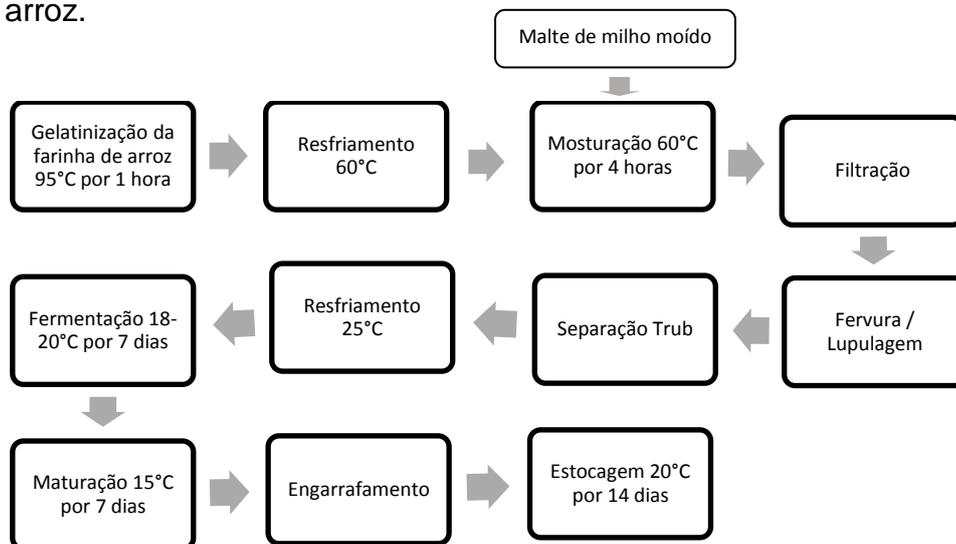
O grão macerado foi conduzido à germinação em estufa a 20 °C durante cinco dias. A germinação foi interrompida mediante secagem em estufa com circulação de ar a 50 °C até umidade final de aproximadamente 12 %.

A Tabela 1 apresenta as duas formulações de cerveja sem glúten elaboradas com diferentes proporções de malte de milho e farinha de arroz. Essas formulações foram genericamente denominadas de Formulação A e B. A quantidade dos ingredientes açúcar, fermento e lúpulo foi constante nas duas formulações.

**Tabela 1 - Formulações das cervejas sem glúten elaboradas com milho e farinha de arroz.**

| Ingredientes          | Formulações |     |
|-----------------------|-------------|-----|
|                       | A           | B   |
| Água (L)              | 24          | 24  |
| Fermento (g)          | 4,6         | 4,6 |
| Lúpulo Amargor (g)    | 22          | 22  |
| Farinha de Arroz (kg) | 1,5         | 3   |
| Malte de Milho (kg)   | 1,5         | -   |

A Figura 3 mostra o fluxograma para elaboração de cerveja de malte de milho e arroz.



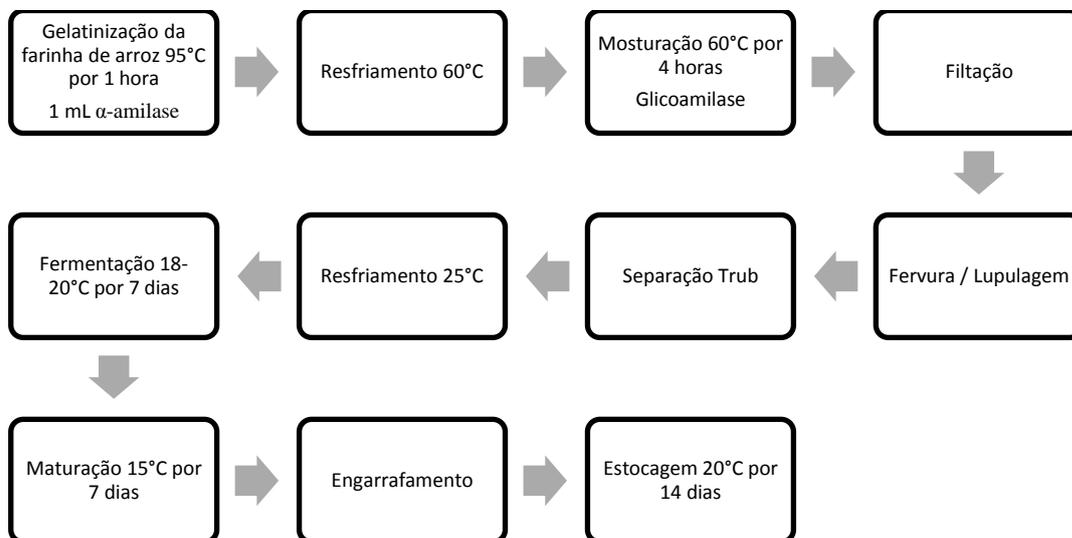
**Figura 3 – Fluxograma elaboração de cerveja sem glúten de milho e farinha de arroz.**

Inicialmente foi realizada a gelatinização da farinha de arroz por aquecimento à 95°C por 1 hora. Em seguida a dispersão foi resfriada para 60°C através de um banho de água à 25°C.

No momento da mosturação foi acrescentado o malte de milho moído a panela contendo a pasta de arroz e manteve a temperatura de 60°C por 4 horas com constante agitação.

Em seguida, o mosto foi filtrado, aquecido até fervura por 60 minutos e ao início da fervura adicionou-se o lúpulo amargor e aos 3 minutos finais adicionou-se clarificante. Posteriormente o mosto foi filtrado separando o trub, resfriado, adicionado fermento e submetido a fermentação durante 7 dias a 18 – 20°C. Após o período de fermentação a cerveja foi maturada por mais 7 dias a 15°C. Logo em seguida, adicionou-se açúcar nas garrafas e a cerveja foi engarrafada e manteve em temperatura de 20°C por 14 dias.

A Figura 4 mostra o fluxograma para elaboração de cerveja de farinha de arroz.



**Figura 4 - Fluxograma elaboração de cerveja sem glúten de farinha de arroz.**

Para elaboração de cerveja de farinha de arroz realizou-se o mesmo processo da elaboração de cerveja de malte de milho e farinha de arroz com apenas três diferenças: não foi utilizado malte de milho, na gelatinização da farinha de arroz foi usado 1 mL de  $\alpha$ -amilase termorresistente e 3 mL de glicoamilase na mosturação.

#### 4.2.1 Análise de pH

Os valores de pH das formulações foram determinados utilizando-se um potenciômetro.

#### 4.2.2 Análise de Acidez

A análise de acidez total foi realizada através de técnica de titulação com solução de NaOH 0,1 mol.L<sup>-1</sup>. O cálculo utilizado para a obtenção do resultado foi:

$$\text{Acidez total em g de ácido acético em 100 mL} = \frac{V \times [\text{NaOH}] \times \text{mmeq ácido acético} \times 100}{P}$$

Onde:

V= volume gasto da solução de hidróxido de sódio na titulação, em mL

[NaOH] = concentração mol.L<sup>-1</sup> da solução de hidróxido de sódio

P = volume em mL de cerveja usada na titulação

mmeq ácido acético = massa miliequivalente do ácido acético (0,060g)

#### 4.2.3 Teor Alcoólico

O teor de alcoólico das cervejas foi determinado pela técnica de crioscopia (PLATA-OVIEDO, 2009). Inicialmente 25 mL de cerveja previamente descarbonatada foram destilados por arraste de vapor até completar um volume aproximado de 50 mL. A seguir o destilado foi diluído com água destilada a 100 mL usando um balão volumétrico de 100 mL. Neste caso o fator de diluição de amostra foi de quatro. O ponto de congelamento da amostra diluída foi determinado em aparelho Crioscópio MC 5400.

O teor alcoólico das cervejas foi quantificado através da equação da curva de calibração, mostrada abaixo, que relaciona o teor de etanol (%v/v) com o descenso no ponto de congelamento. A curva de calibração foi elaborada com teores etanol de 0,8 a 2,8% v/v.

$$\% \text{Etanol (v/v)} = [(2,944467 \times \Delta t \text{ } ^\circ\text{H}) + 0,021435] \times \text{fator de diluição}$$

(r<sup>2</sup>=0,9989) (Eq. 1)

Onde:  $\Delta t^\circ\text{H}$  = diminuição do ponto de congelamento

#### 4.2.4 Análise Sensorial

As cervejas sem glúten denominadas formulações A (malte de milho/farinha de arroz) e B (farinha de arroz) e também uma amostra comercial (tipo pilsen leve) com glúten foram submetidas à avaliação sensorial.

A análise sensorial foi realizada com 100 provadores não treinados, recrutados entre estudantes, professores e funcionários da Universidade Tecnológica Federal do Paraná *Câmpus* Campo Mourão, sendo 66 homens e 34 mulheres, com idades entre 18 e 55 anos. A avaliação sensorial da cerveja foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná *Câmpus* Campo Mourão, com as amostras dispostas em copos transparentes de plástico. A amostra em porção padronizada (aproximadamente 50 mL) foi codificada com números aleatórios de três dígitos e apresentada aos provadores. Junto com a amostra foi servida água mineral à temperatura ambiente para limpeza do palato e foi fornecida ficha de teste, contendo uma escala hedônica estruturada de nove pontos, variando de 1 “desgostei extremamente” a 9 “gostei extremamente”. A análise sensorial, através do teste de aceitação, avaliou a preferência em relação aos atributos sabor, odor e cor. Para avaliar a intenção de compra, utilizou-se a escala de 5 pontos variando de 1 “certamente não compraria” a 5 “certamente compraria”. O presente trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UTFPR sob o registro número 829.296.

**Tabela 2 - Ficha utilizada para preenchimento no teste de ordenação da preferência e intenção de compra.**

|   |  |             |  |                 |  |                       |  |
|---|--|-------------|--|-----------------|--|-----------------------|--|
| Nome: _____   |  | Sexo: _____ |  | Idade: _____    |  | Data: ____/____/____. |  |
| <p>Teste 1 - Você está recebendo uma amostra codificada de cerveja. Avalie quanto ao atributo sabor, odor e cor segundo ao grau de gostar ou desgostar, utilizando a escala abaixo. Obrigada!</p> |  |             |  |                 |  |                       |  |
| (9) Gostei extremamente   |  |             |  |                 |  |                       |  |
| (8) Gostei muito  |  |             |  | Sabor ( ) _____ |  |                       |  |
| (7) Gostei moderadamente  |  |             |  |                 |  |                       |  |
| (6) Gostei ligeiramente   |  |             |  | Odor ( ) _____  |  |                       |  |
| (5) Indiferente   |  |             |  |                 |  |                       |  |
| (4) Desgostei ligeiramente  |  |             |  | Cor ( ) _____   |  |                       |  |
| (3) Desgostei moderadamente   |  |             |  |                 |  |                       |  |
| (2) Desgostei muito   |  |             |  |                 |  |                       |  |
| (1) Desgostei Extremamente.   |  |             |  |                 |  |                       |  |
| <p>Teste 2 – Ainda sobre a amostra. Avalie quanto a intenção de compra, utilizando a escala abaixo. Obrigada!</p>   |  |             |  |                 |  |                       |  |
| (5) Certamente compraria  |  |             |  |                 |  |                       |  |
| (4) Possivelmente compraria   |  |             |  | ( ) _____       |  |                       |  |
| (3) Talvez comprasse / talvez não comprasse   |  |             |  |                 |  |                       |  |
| (2) Possivelmente não compraria   |  |             |  |                 |  |                       |  |
| (1) Certamente não compraria  |  |             |  |                 |  |                       |  |

#### 4.2.5 Índice de aceitabilidade

Os atributos, sabor, odor e cor foram calculados quanto ao índice de aceitabilidade (IA), tendo como base notas médias obtidas no teste de aceitação. Para o cálculo foi adotada a seguinte expressão matemática:

$$IA = \frac{A \times 100}{B}$$

Onde:

A = Nota média obtida para o produto;

B = Nota máxima dada ao produto.

#### 4.2.6 Análise Estatística

Os resultados das análises sensoriais das cervejas foram avaliados pela Análise de Variância (ANOVA) e verificada a significância dos modelos pelo teste F. Nos modelos significativos, as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância, utilizando o *programa ASSISTAT* versão 7.7 beta (2014).

## 5 RESULTADOS E DISCUSÕES

### 5.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Os valores apresentados representam as médias de três repetições analíticas para cada uma das três amostras de cervejas.

A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos das análises físico-químicas das amostras de cerveja.

**Tabela 3 - Resultado análise físico-químicos das cervejas sem glúten (tipo ale) e comercial**

| Análise               | Amostras                        |                          |                          |
|-----------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                       | A<br>(milho e farinha de arroz) | B<br>(farinha de arroz)  | C<br>(comercial)         |
| <b>pH</b>             | 3,6 <sup>b</sup> ± 0,05         | 3,3 <sup>a</sup> ± 0,05  | 4,1 <sup>c</sup> ± 0,05  |
| <b>Acidez*</b>        | 0,14 <sup>b</sup> ± 0,00        | 0,16 <sup>c</sup> ± 0,00 | 0,10 <sup>a</sup> ± 0,00 |
| <b>Teor Alcoólico</b> | 5,6 <sup>c</sup> ± 0,30         | 2,14 <sup>a</sup> ± 0,08 | 4,5 <sup>b</sup> ± 0,08  |

\*g de ácido acético/100 mL de cerveja

Letras diferentes nas linhas indicam diferença significativa.

#### 5.1.1 Análise de pH

O pH das amostras variam entre 3,3 e 4,1, ou seja todas as amostras são acidas.

O pH das duas cervejas sem glúten (3,6 e 3,3) foi menor que o intervalo para as ales tipo inglesas (4,0 a 4,2) e próxima das ales tipo lambic (3,40 a 3,90) (Kraus, sd).

Segundo Moreira (2005) o pH de três cervejas comerciais tipo pilsen com glúten variou de 3,92 a 4,13. Para Araújo et al (2003), a cerveja é um produto suavemente ácido, onde o pH das do tipo ale variam de 3 a 6, no entanto, Diakabana et al (2013) em cervejas ale elaboradas com malte de milho observou pH de 4,15. Os baixos valores de pH observados nas cervejas A e B pode ser devido a uma ligeira contaminação por bactérias acéticas ou lácticas durante a etapa de resfriamento onde o mosto fica exposto ao ar do ambiente.

#### 5.1.2 Acidez

Os ácidos orgânicos produzidos durante a fermentação são os responsáveis por esta acidez. Sensorialmente, a função mais importante dos ácidos orgânicos na

cerveja é aumentar a acidez do produto para um nível agradável ao paladar humano.

A acidez das amostras A e B foram respectivamente de 0,14 e 0,16 g de ácido acético/100 mL enquanto que da cerveja pilsen leve foi de 0,10.

Os valores de acidez titulável determinados neste trabalho foram inferiores ao da cerveja tipo ale de fabricação artesanal com glúten 0,20 g/100 mL (PERIM et al., 2013).

### 5.1.3 Teor alcoólico

O teor alcoólico médio das cervejas A e B sem glúten foram respectivamente 5,6 e 2,14°GL. A amostra C (cerveja pilsen leve com glúten) apresentou 4,5°GL, valor ligeiramente maior ao informado no rótulo do produto (4,4°GL). O resultado de teor alcoólico mostrou que a cerveja somente de farinha de arroz (B) possui baixo teor alcoólico, já a elaborada com malte de milho e farinha de arroz possui alto teor em relação a comercial que possui 4,4°GL.

O baixo teor alcoólico da cerveja B pode estar relacionado a baixa obtenção de açúcares fermentescíveis durante a gelatinização e hidrólise com  $\alpha$ -amilase da farinha de arroz. Essa enzima se caracteriza por produzir a partir do amido, principalmente dextrinas (não fermentescíveis) e perifericamente glicose e maltose (BAMFORTH, 2003).

O teor 5,6 °GL na cerveja A pode ser explicado pela capacidade/atividade das enzimas  $\alpha$  e  $\beta$  amilases geradas durante a germinação do milho, que foram retidas durante a secagem/torrefação e hidrolisaram o amido durante a etapa de mosturação produzindo maltose em quantidade suficiente, transformada em etanol durante a fermentação.

## 5.2 ANÁLISE SENSORIAL

A Tabela 4 apresenta as médias dos resultados da avaliação sensorial dos atributos sabor, odor e cor das formulações elaboradas de cerveja sem glúten, sendo amostra C uma cerveja comercial com glúten.

Tabela 4 - Resultados da avaliação sensorial das cervejas

| Atributos    | Formulações       |                   |                   |
|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|              | A                 | B                 | C                 |
| <b>Sabor</b> | 6,59 <sup>b</sup> | 3,18 <sup>a</sup> | 7,55 <sup>c</sup> |
| <b>Odor</b>  | 6,80 <sup>b</sup> | 4,28 <sup>a</sup> | 7,10 <sup>b</sup> |
| <b>Cor</b>   | 6,02 <sup>b</sup> | 3,44 <sup>a</sup> | 7,56 <sup>c</sup> |

Letras iguais nas linhas indicam que não diferem entre si.

De acordo com a Tabela 5, pode-se observar que a amostra B foi a que apresentou os menores valores nos atributos sabor, odor e cor, não sendo bem aceita pelos avaliadores. O baixo teor alcoólico, pH baixo (3,3) e aparência opaca podem ter influenciado negativamente na avaliação dessa cerveja.

A cerveja A (arroz/milho; 1:1 m/m) apresentou valores médios dos atributos sabor e cor, respectivamente de 6,59 e 6,02 que foram inferiores ( $p < 0,05$ ) aos da cerveja comercial, com médias de 7,55 e 7,56. Quanto ao atributo odor, essas cervejas as médias 6,80 (cerveja A) e 7,10 (comercial) não houve diferença significativa entre as cervejas A e C ( $p > 0,05$ ).

Os valores para os atributos sabor, odor e cor da cerveja A foram maiores aos informados por Bathke, Dresch, Souza (2013) para quatro cervejas sem glúten elaboradas com milho, sorgo e arroz. Segundo esses autores os valores médios foram de 3,94 a 4,73 (sabor), 4,58 a 5,11 (odor) e 4,13 a 4,78 (cor/aparência).

Os Gráficos 1, 2 e 3 apresentam a distribuição de frequência das notas obtidas pelas cervejas elaboradas com malte de milho e farinha de arroz, somente farinha de arroz e cerveja comercial em relação aos atributos sabor, odor e cor.

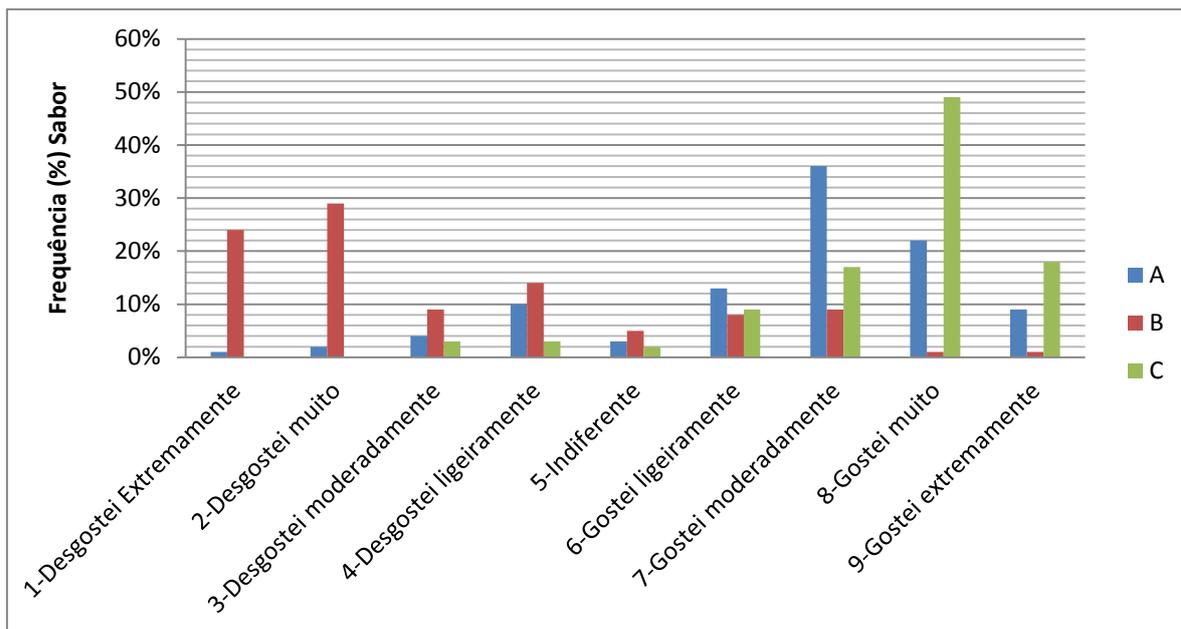


Gráfico 1 – Distribuição de frequência para o atributo sabor

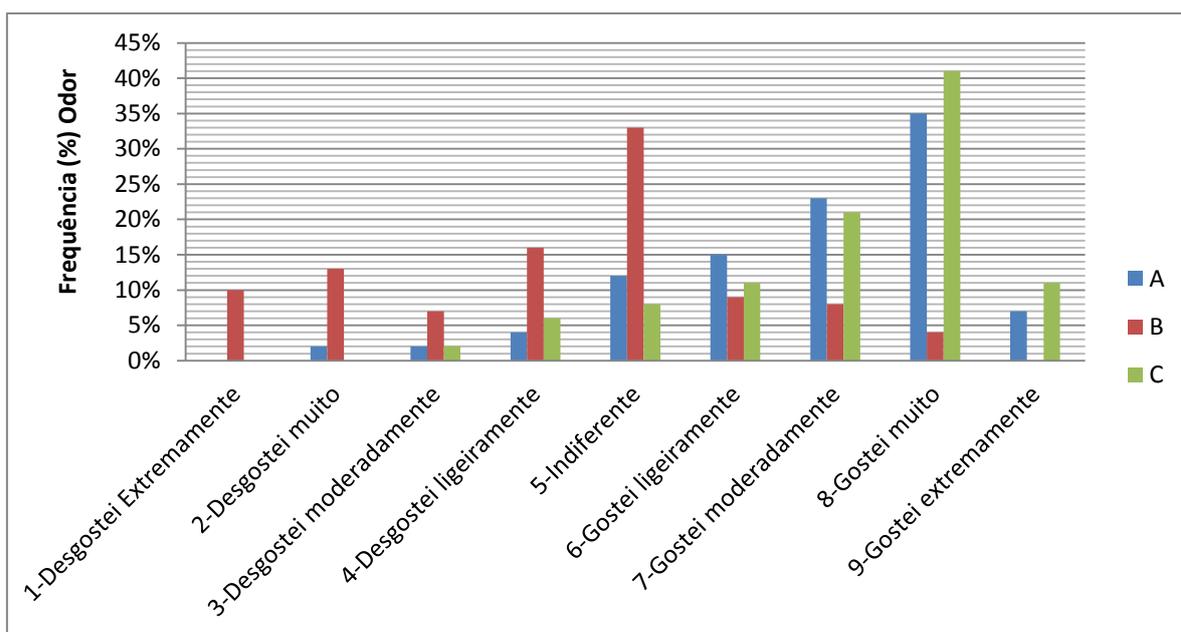
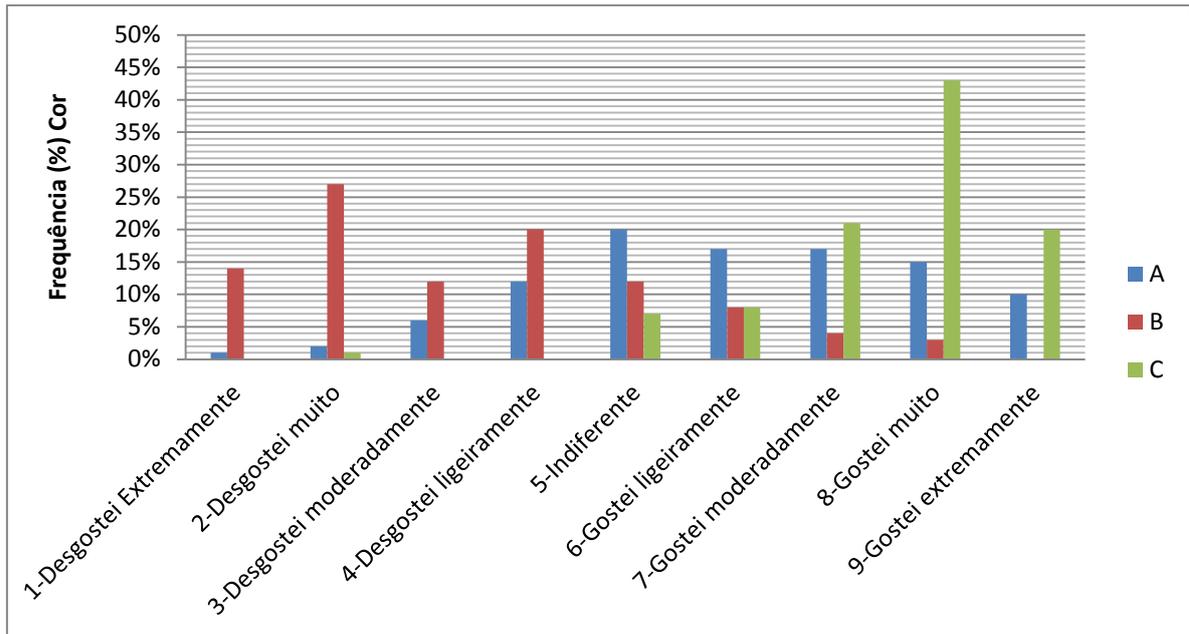


Gráfico 2 - Distribuição de frequência para o atributo odor



**Gráfico 3 - Distribuição de frequência para o atributo cor**

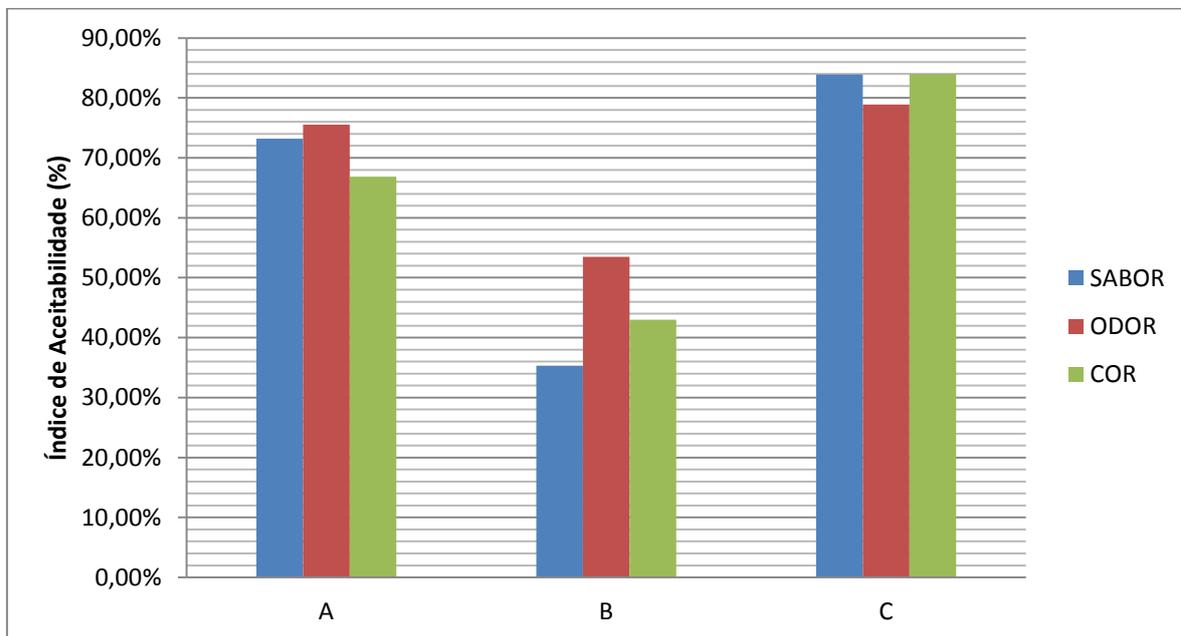
Nos atributos sabor, odor e cor a amostra que obteve maior aceitação foi a formulação C (Tabela 5) seguidas das formulações A e B.

Conforme mostra os Gráficos 1, 2 e 3 a amostra C (cerveja comercial) foi a que apresentou maior número de avaliações qualitativas positivas entre os provadores com 18% dos participantes classificando-a de “gostei extremamente” para sabor, 11% para odor e 20% para cor. Por outro lado, 9% dos participantes classificaram a cerveja A como “gostei extremamente” para sabor, 7% para odor e 10% para cor. A cerveja B recebeu as classificações menos honrosas, apenas 1% a classificou como “gostei extremamente” para o sabor, nenhum dos provadores gostou extremamente do odor e da cor.

No Gráfico 4 estão apresentados os índices de aceitabilidade das cervejas. A cerveja comercial foi a que apresentou maior número de menções positivas entre os provadores; 83,88% para o atributo sabor, 78,88% para o atributo odor e 84,00% para o atributo cor. A cerveja A obteve 73,22% para o atributo sabor, 75,55% para o atributo odor e 66,88% para o atributo cor. Em quanto à cerveja B apenas 35,33% gostaram do sabor da cerveja, 53,50% gostaram do odor e 43,00% da cor.

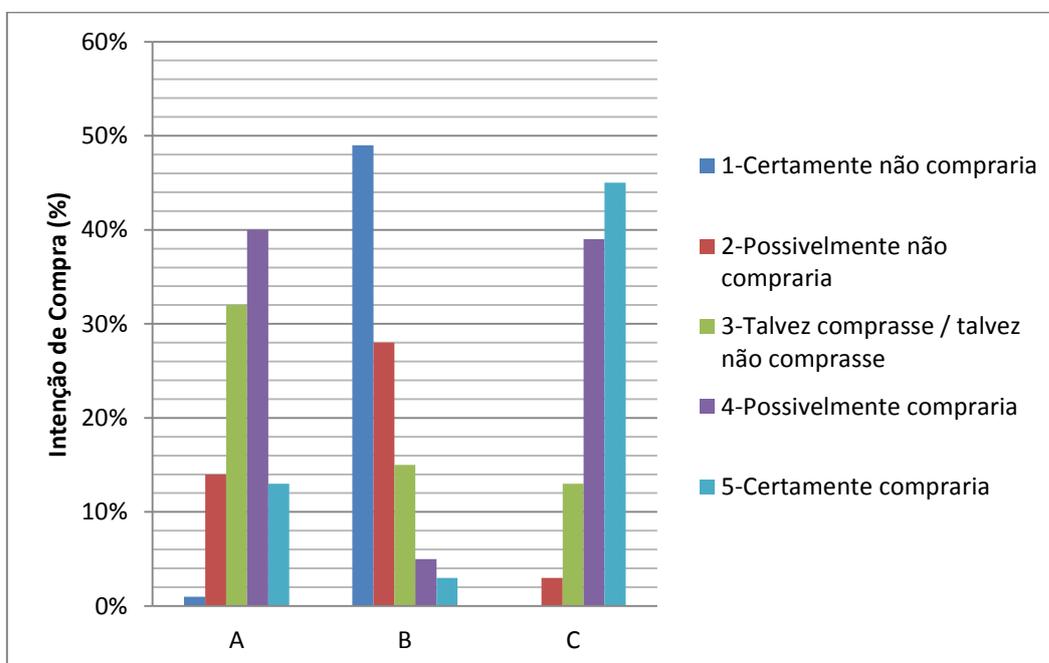
Segundo Minim (2006), para que um produto seja considerado como aceito em termos de suas propriedades sensoriais é necessário que obtenha um índice de aceitabilidade de no mínimo 70%. Sendo assim, a avaliação sensorial realizada neste estudo demonstrou que em termos do atributo sabor e odor a amostra A formulada

com malte de milho e farinha de arroz apresenta potencial para comercialização, o que poderia ser melhorado seria no atributo cor.



**Gráfico 4 - Índice de aceitabilidade das cervejas.**

O Gráfico 5 apresenta a intenção de compra das três amostras de cerveja.



**Gráfico 5 - Intenção de compra das cervejas.**

A partir do Gráfico 5 podemos verificar que cerca de 53% dos provadores comprariam a cerveja formulada com milho e farinha de arroz identificada como

amostra A, sendo destes 13% certamente comprariam. Já a amostra B elaborada com farinha de arroz 8% comprariam, sendo que 3% certamente compraria e a amostra identificada como C (cerveja comercial) 84% compraria a cerveja, sendo que 45% certamente comprariam.

## 6 CONCLUSÃO

O malte de milho teve boa atividade das amilases que conduziu a obtenção de cerveja de 5,6°GL.

Obteve-se uma cerveja tipo ale sem glúten de teor alcoólico e pH típicos das ales tradicionais.

Os resultados sensoriais obtidos mostraram que os valores médios de aceitação da cerveja elaborada com malte de milho e farinha de arroz foram superiores ao elaborado apenas com farinha de arroz.

Comparando a cerveja de malte de milho e farinha de arroz (amostra A) com a cerveja comercial (amostra C), podemos dizer que a amostra A foi bem aceita pelos provadores em relação ao sabor e odor tendo apenas que melhorar a cor.

## 7 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, F.B.; SILVA, P.H.A.; MINIM, V.P.R. **Perfil sensorial e composição físico-química de cervejas provenientes de dois segmentos do mercado brasileiro.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, 23 (2):121-128, maio-ago. 2003.

ASSISTAT. **Assistência Estatística.** Disponível em: <<http://www.assistat.com/indexp.html>>. Acesso em: 01 jul. 2015.

Associação dos Celíacos do Brasil. **A doença celíaca de hoje.** Disponível em: <http://www.acebra.org.br/2004/doencaceliaca.php>. Acesso em: 22 de abril de 2014.

BAMFORTH, Charles W. **Beer: tap into the art and science of brewing.** 2. ed. New York: Oxford University Press, 2003.

BATHKE, Letícia D.; DRESCH, Michael R.; SOUZA, Claudia F. V. de. **Elaboração e avaliação de alguns aspectos da qualidade de cerveja isenta de glúten.** Estudos Tecnológicos em Engenharia, vol. 9, n. 1, p. 11-19, jan/jun 2013.

BEER MERCHANTS. Disponível em: <<http://www.beermerchants.com/mongozo-premium-pils-fairtrade-organic-and-gluten-free-5-33cl-bottle.html>>. Acesso em: 11 jul. 2015.

BRASIL. Decreto n. 2.314, de 04 de setembro de 1997. Regulamenta a Lei n. 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Boletim IOB, São Paulo, n. 38, p. 11-30, 1997.

BRUNELLI, L. T. **Produção de Cerveja com Mel: Características Físico-Químicas, Energética e Sensorial.** 2012. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Faculdade de Ciências Agrônômicas Câmpus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”. Botucatu, 2012.

D'AVILA, Roseane F et al. **Adjuntos utilizados para produção de cerveja: características e aplicações**. Estudos Tecnológicos em Engenharia, vol. 8, N. 2, p. 60-68, jul/dez 2012.

DIAKABANA, P. et al. **Physico-Chemical Characterization of Brew during the Brewing Corn Malt in the Production of Maize Beer in Congo**. Advance J. Food Sci. Technol., 5(6): 671-677, 2013

EMPORIO MERCANTIL. Disponível em: <<https://www.emporiomercantil.com.br/prod/4325/cerveja-lake-side-beer-sem-gluten>>. Acesso em: 11 jul. 2015.

EUWA, M. Eumann. Water in brewing. In: **Brewing New technology**. Published in North America, 2006.

EVANGELISTA, R. R. **Análise do processo de fabricação industrial de cerveja**. 2012. 52f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Tecnologia em Biocombustíveis. Faculdade de Tecnologia de Araçatuba, Araçatuba, 2012.

FERMENTIS. **Levedura de Cerveja para fabricação caseira**. Disponível em: <[http://www.fermentis.com/wp-content/uploads/2012/06/TT\\_Booklet\\_Portugais.pdf](http://www.fermentis.com/wp-content/uploads/2012/06/TT_Booklet_Portugais.pdf)>. Acesso em: 15 jun. 2014.

HEINEKEN UNIVERSITY. Disponível em <<http://www.daltraining.eu/PDF/08beermaturation/08.1.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2015.

HORNSEY, I. **Elaboración de cerveza: microbiología, bioquímica y tecnología**. Zaragoza: Acribia, 1999. 229 p.

KRAUS, Thomas. **pH in the brewery a much underestimated brewing variable**. Disponível em:< [http://www.weyerermann.de/downloads/pdf/Weyermann\\_TKW\\_Mash-pH\\_2010.pdf](http://www.weyerermann.de/downloads/pdf/Weyermann_TKW_Mash-pH_2010.pdf)>. Acesso em: 29 jun. 2015.

LUEKENS LIQUORS. Disponível em:  
<<http://www.luekensliquors.com/beer/brunehaut-bio-blonde-gluten-free-4pk-11.2oz>>.  
Acesso em 11 jul. 2015.

MATOS, R. A. G. **Cerveja: Panorama do Mercado, Produção Artesanal, e Avaliação de Aceitação e Preferência.** 2011. 78f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Agronomia. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

MEGA, Jessica et al. **A Produção da Cerveja no Brasil.** Revista Citino Vol. 1. Nº.1, Outubro-Dezembro de 2011.

MINIM, Valéria R. **Análise Sensorial estudo com consumidores.** Viçosa, Editora da UFV, 225p, 2006.

MOREIRA, Bianca G. **Diferenciação de Bebidas Alcoólicas e Não alcoólicas no Sistema de Medição de Vazão (SMV) durante o Envase.** 2005. 143p. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós Graduação em Metrologia, Qualidade e Inovação (Pós MQI), Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

NASCIMENTO, K. O; BARBOSA, M. I. M. J; TAKEITI, C. Y. **Doença Celíaca: Sintomas, Diagnóstico e Tratamento Nutricional.** Saúde Rev. Piracicaba, v. 12, n. 30, p. 53-63, jan.-abr. 2012.

PERIM, Guilherme A.; ANDRADE, Murilo B. de.; SANTOS, Tássia R. T. dos.; MARQUES, Rubiane G. Influência do pH na Cerveja Artesanal. **BBR– Biochemistry and Biotechnology Reports** - ISSN 2316-5200. Número Especial v. 2, n. 3, p. 261-264, 2013.

PLATA-OVIEDO, M. **Métodos de quantificação de etanol em destilados pelo método crioscópico.** Técnica de laboratório – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão: UTFPR, 2009.

PORTO, Paula D. de. **Tecnologia de fabricação de malte: uma revisão**. 2011. 58 f. Monografia (Engenharia de Alimentos) – Departamento Acadêmico de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

PURO MALTE. Disponível em: <<http://www.puromalte.com.br/eloja/products/cerveja-estrella-damm-daura-330ml.html>>. Acesso em: 11 jul. 2015.

REBELLO, F. D. F. P. **Produção de cerveja**. Revista Agro geo ambiental. Inconfidentes. Dezembro 2009.

SACHS, L. G. **Cerveja**. Fundação Faculdades "Luiz Meneghel" Bandeirantes – PR, 2001.

SANTOS, D. V. **Merchandising no Ponto de Venda. Um estudo sobre as cervejarias artesanais e suas formas de divulgação durante a Oktoberfest Blumenau 2010**. 2010. 49f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Comunicação Social Publicidade e Propaganda. Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2010.

SANTOS, J.I; DINBAM, R; ADAMES, C. **O essencial em cervejas e destilados**. 2ª ed. rev. e amp. - São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2013.

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Potencial de Consumo de Cervejas no Brasil**. Disponível em: <[http://www.sebrae2014.com.br/Sebrae/Sebrae%202014/Estudos%20e%20Pesquisas/2014\\_07\\_08\\_RT\\_Agroneg%C3%B3cio\\_Potencial\\_de\\_consumo\\_de\\_cervejas\\_no\\_Brasil.pdf](http://www.sebrae2014.com.br/Sebrae/Sebrae%202014/Estudos%20e%20Pesquisas/2014_07_08_RT_Agroneg%C3%B3cio_Potencial_de_consumo_de_cervejas_no_Brasil.pdf)>. Acesso em: 13 fev. 2015.

SILVA, D. P. **Produção e Avaliação Sensorial de Cerveja Obtida a partir de Mostos com Elevadas Concentrações de Açúcares**. 2005. 177f. Tese (Doutorado) - Departamento de Biotecnologia, Faculdade de Engenharia Química de Lorena. Lorena, 2005.

SILVA, P. C.; ALMEIDA, P. D. V.; AZEVEDO, L. R.; GRÉCIO, A. M. T.; MACHADO, M. A. N.; LIMA, A. A. S. **Doença Celíaca: Revisão. Clin. Pesq. Odontol.**, Curitiba, v.2, n.5/6, p. 401-406, jul./dez. 2006.

Sistema de Controle de Produção de Bebidas. **Produção cervejas e refrigerantes – embalagem e região geográfica.** Disponível em: <[http://gerencialpublico.cmb.gov.br/PROD\\_BEBIDAS\\_EMBALAGEM\\_REGIAO\\_2014\\_2015.html](http://gerencialpublico.cmb.gov.br/PROD_BEBIDAS_EMBALAGEM_REGIAO_2014_2015.html)>. Acesso em 09 jun. 2015.

SUNSET CORNERS. Disponível em: <<http://www.sunsetcorners.com/browse.cfm/new-planet-tread-lightly/4,7534.html>>. Acesso em: 11 jul. 2015.

SUPER BUY RITE. Disponível em: <<http://www.buyritewines.com/sku4654600038-6PK.html>>. Acesso em: 11 jul. 2015.

TEIXEIRA, N. F. G. **Doença Celíaca Atualizada.** 2012. 47f. Dissertação (Mestrado em Medicina) - Universidade da Beira Interior Ciências da Saúde, Covilhã, 2012.

TOTAL WINE & MORE. Disponível em: <<http://www.totalwine.com/eng/product/dogfish-head-tweasonale/120279134>>. Acesso em: 11 jul. 2015.

VARNAM, A.H.; SUTHERLAND, J.P. **Bebidas: Tecnologia, Química e Microbiologia.** Zaragoza, Editorial Acribia S.A., 487 p, 1997.

VEIT, Paulo. **Processo de fabricação de cerveja sem glúten.** WO 2014121363 A1, 8 fev. 2013, 14 ago. 2014.

VENTURINI FILHO, W. G. **Tecnologia de Bebidas: Matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, Legislação, Mercado.** São Paulo, Edgard Blücher, 550 p, 2005.