



# **Produção de Cerveja Artesanal com Tons Refrescantes**

**Mariana Figueira Alves**

**Matheus Hermano Caldas**

**Rodrigo de Aquino Gerbassi**

## **Projeto Final de Curso**

**Orientador**

**Rodrigo Pires do Nascimento, Dsc.**

**Dezembro de 2017**

# **PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL COM TONS REFRESCANTES**

*Mariana Figueira Alves*

*Matheus Hermano Caldas*

*Rodrigo de Aquino Gerbassi*

Projeto Final de Curso Submetido ao Corpo Docente da Escola de Química, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Engenheiro(a) Químico(a).

Aprovado por:

---

Maria Alice Zarur Coelho, D. Sc., EQ-UFRJ

---

Veronica Regina de Oliveira Lopes Peclat, D. Sc., UFRJ

---

Alana Pereira de Almeida, Eng. Química, UFRJ

Orientado por:

---

Rodrigo Pires do Nascimento, D. Sc., EQ-UFRJ

Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Dezembro de 2017

**Alves, Mariana Figueira; Caldas, Matheus Hermano; Gerbassi, Rodrigo de Aquino.**

**Produção de Cerveja Artesanal com Tons Refrescantes / Mariana Figueira Alves, Matheus Hermano Caldas, Rodrigo de Aquino Gerbassi. Rio de Janeiro: UFRJ/EQ, 2017.**

**(Projeto Final) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, 2017.**

**Orientador: Rodrigo Pires do Nascimento.**

**1. Cerveja Artesanal. 2. Pilsen. 3. Produção de Cervejas. 4. Projeto Final (Graduação – UFRJ/EQ). 5. Rodrigo Pires do Nascimento. I. Produção de Cerveja Artesanal com Tons Refrescantes.**

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos os professores que nos ensinaram tanto nessa jornada, contribuindo não só para nosso crescimento profissional como pessoal também. Agradecimento especial para nosso orientador Prof. Rodrigo Pires do Nascimento e para Prof<sup>a</sup>. Maria Alice Zarur Coelho que forneceram todas as condições necessárias para o desenvolvimento desse trabalho.

Agradecemos também a todos os amigos que nos ajudaram a realizar esse projeto. Alana Pereira por botar a mão na massa com a gente. Eric Cavalcanti pelo design incrível dos rótulos da nossa cerveja. Mariana Corrêa por nos ajudar com o HPLC.

Agradecimentos individuais:

**Mariana:** Agradeço aos meus pais, Cláudio e Regina, e minha irmã Adriana por acreditarem em mim e tornarem esse sonho possível. Ao meu namorado Eric por me fazer tão feliz. Aos meus amigos da faculdade Alana, Ana, Luiz, Rodrigo, Yuri e Gustavo (*in memoriam*) por terem passado por tudo isso comigo e feito do fundão um lugar melhor. Aos meus orientadores dos estágios Lucia e Dalço por terem me ensinado tanto. À Laís por ter feito a Ambev mais divertida. Aos meus companheiros de TCC, não conseguiria sem vocês.

**Matheus:** Agradeço primeiramente a Deus verdadeiro realizador das minhas conquistas. Aos meus avós Noé, Marina, Mauri e Ruth (*in memoriam*) pelo amor e carinho, pelo exemplo de integridade e honradez, tornando o mundo um lugar melhor. Ao meu irmão Victor por seu companheirismo, sua amizade e por estar sempre presente, me apoiando em cada dificuldade. Aos meus pais Maurício e Mônica pelo amor e dedicação sem medidas. À minha madrinha Tânia e minha tia Ana Cristina pelo carinho e incentivo. Aos meus companheiros de equipe, por toda a paciência, compreensão e motivação nas horas de dificuldade. Aos meus primos, primas e amigos que me apoiaram sempre, ajudando a superar cada obstáculo.

**Rodrigo:** Agradeço aos meus pais, José Rodolfo e Lúcia (*in memoriam*). Aos meus irmãos Rodolfo, Newton e Zulene. À toda a minha família. Aos meus amigos de longa data, Igor, Felipe, Luis Felipe, Paulo, Eric, Bruno Luís, Bruno Alamino, Eduardo, Helcio (*in memoriam*) e Lucas (*in memoriam*). À minha namorada Ana Carolina. Aos meus amigos da faculdade, em especial, Alana, Yuri e Gustavo (*in memoriam*). Ao meu instrutor Marcello Vianna. Ao meu primeiro supervisor Fábio Marcelino. A todos os citados direta ou indiretamente, obrigado por terem sido os principais responsáveis pela pessoa que me tornei. Espero um dia retribuir todo o bem que fizeram em minha vida.

“A cerveja é um grande aglomerador de seres humanos, de todas as épocas, de todos os lugares da Terra, e essa onipresença em nosso cotidiano faz dela um veículo pelo qual podemos examinar nossas vidas...”

Steven D. Hales

In: Cerveja e Filosofia, Rio de Janeiro: Tinta Negra Bazar Editorial, 2010

Resumo do Projeto Final de Curso apresentado à Escola de Química como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenheiro(a) Químico(a).

## **PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL COM TONS REFRESCANTES**

Mariana Figueira Alves

Matheus Hermano Caldas

Rodrigo de Aquino Gerbassi

Dezembro, 2017

**Orientadores:** Prof. Rodrigo Pires do Nascimento, D. Sc.

### **RESUMO**

Ao longo do tempo, a cerveja aumentou sua importância no mercado mundial, até se tornar a bebida alcoólica mais consumida da atualidade. Este mercado vem investindo em produtos diferenciados para atender aos mais diversos paladares, utilizando aditivos especiais visando a obtenção de atributos e sabores exclusivos. Tal tendência possibilitou o crescimento da produção de cervejas artesanais como importante nicho no mercado cervejeiro. O presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de duas receitas de cerveja artesanal refrescante: a primeira empregando o mel e chá verde e a segunda com mel, limão siciliano (*Citrus limonum*), hortelã verde (*Mentha spicata*) e gengibre (*Zingiber officinalis*) como adjuntos e aromatizantes naturais na cerveja. Foram desenvolvidas formulações em escala laboratorial, passando por etapas de produção da cerveja como moagem do malte, mosturação, cozimento, decantação, filtração, fermentação, envase, *primming* e maturação, sendo adicionados os adjuntos em três níveis percentuais até o resultado final. Após o resultado da primeira análise sensorial, optou-se por retirar o gengibre da segunda receita, devido a sua baixa aceitação. A utilização dos demais adjuntos mostrou-se uma alternativa viável e satisfatória na avaliação palatável, olfativa e sensorial apresentando características similares a cervejas herbais, com notas cítricas e sensação de refrescância. Neste trabalho foi realizada também uma análise econômica para avaliar a viabilidade de entrada dos produtos no mercado. Em relação as cervejas elaboradas, cabe ressaltar que a legislação brasileira atual que regula as bebidas alcólicas, Decreto nº 2.314 de 04 de setembro de 1997, não considera como cerveja bebida com aditivo de produto de origem animal, mas bebida alcoólica mista. Porém, já existe um projeto em trâmite no Ministério da Agricultura, Pesca e Abastecimento para mudança deste quadro. Por conveniência, neste trabalho a denominação “cerveja” é adotada para se referir à bebida alcoólica mista oriunda da produção laboratorial.

# Índice

<b>1. Revisão Bibliográfica</b> .....	1
<b>1.1. Histórico e evolução do processo cervejeiro</b> .....	1
<b>1.2. Ingredientes da cerveja e suas propriedades</b> .....	4
1.2.1. Água.....	5
1.2.2. Lúpulo .....	6
1.2.3. Malte.....	8
1.2.4. Levedura .....	9
1.2.5. Mel .....	13
1.2.6. Chá verde .....	13
1.2.7. Limão siciliano.....	14
1.2.8. Gengibre.....	15
1.2.9. Hortelã.....	15
<b>1.3. O processo de produção</b> .....	16
1.3.1. Malteação .....	17
1.3.2. Moagem do malte .....	17
1.3.3. Cozimento do malte.....	18
1.3.4. Fervura do mosto .....	21
1.3.5. Fermentação e maturação .....	22
1.3.6. Filtração e envase .....	24
<b>1.4. Cerveja Pilsen</b> .....	25
1.4.1. Origem.....	25
1.4.2. Características .....	27
1.4.3. A Pilsen no Brasil .....	27
1.4.4. Alterações na receita Pilsen .....	28
<b>1.5. O mercado brasileiro de cerveja</b> .....	29
1.5.1. Panorama .....	29
1.5.2. Os grandes produtores.....	31
1.5.3. As principais marcas .....	33
1.5.4. O cenário das microcervejarias.....	37
<b>2. Justificativa</b> .....	38
<b>3. Objetivos</b> .....	39
<b>4. Metodologia de produção</b> .....	40
4.1. Escolha da receita.....	40

4.2.	Receita escolhida .....	40
4.3.	Produção laboratorial .....	40
4.3.1.	Brassagem e fervura.....	41
4.3.2.	Fermentação .....	42
4.3.3.	<i>Priming</i> e envase .....	43
4.3.4.	Maturação e acondicionamento .....	44
4.3.5.	Cálculo de teor alcoólico e amargor .....	44
5.	Resultados e discussões .....	45
5.1.	Análise sensorial .....	45
5.1.1.	Primeira batelada.....	45
5.1.2.	Segunda batelada.....	51
5.2.	Análise de dados do processo .....	58
5.3.	Análise de HPLC .....	60
6.	Análise econômica .....	66
6.1.	Produção caseira .....	66
6.2.	Produção em microcervejaria, proposta e exigências legais .....	67
6.3.	Custos do empreendimento .....	68
6.3.1.	Custo de matéria prima .....	68
6.3.2.	Custos fixos .....	69
6.3.3.	Custos de equipamentos.....	70
6.3.4.	Custos de serviços.....	70
6.3.5.	Investimento.....	71
6.3.6.	Custos tributários.....	72
6.4.	Lucro do empreendimento .....	73
6.5.	Fluxo de Caixa .....	77
6.6.	Índices de Rentabilidade.....	81
6.6.1.	Taxa Mínima de Atratividade (TMA) .....	81
6.6.2.	Valor Presente Líquido (VPL) .....	81
6.6.3.	Índice de Benefício Sobre Custo (IBC).....	82
6.6.4.	Retorno Sobre o Investimento (ROI).....	82
6.6.5.	Taxa Interna de Retorno (TIR).....	82
6.7.	Resultado da análise econômica .....	83
7.	Conclusões.....	84
8.	Referências Bibliográficas .....	86
9.	Apêndice.....	94
9.1	Ficha de avaliação utilizada na degustação .....	94



9.1.1 Perfil do consumidor .....	94
9.1.2 Perfil da cerveja.....	95
9.1.3 Perfil da cerveja.....	96
9.2 Análises cromatográficas (CLAE) .....	97
9.2.1 Curvas Padrão .....	97
9.2.2 Padrões .....	99
9.2.3 Bierne Fresh.....	100
9.2.4 Bierne Green.....	103
9.2.5 American Lager comercial .....	106
9.3 Quadro correção de temperatura para a densidade .....	107

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>	<b>DESCRIPTIVO</b>	<b>FONTE</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>Figura 1</b>	<b>Flores do lúpulo in natura</b>	<b>Gazeta do Povo (2017)</b>	<b>7</b>
<b>Figura 2</b>	<b>Comparação entre cevadas de duas fileiras e de seis fileiras</b>	<b>The brewer &amp; distiller international (2007)</b>	<b>9</b>
<b>Figura 3</b>	<b>Etapas da Produção Industrial da Cerveja</b>	<b>Britannica (2009)</b>	<b>16</b>
<b>Figura 4</b>	<b>Moinho de disco Manual e Moinho de Rolo Automático</b>	<b>Cerveja de Casa (2017)</b>	<b>18</b>
<b>Figura 5</b>	<b>Temperatura e pH ótimo de atuação das diferentes enzimas</b>	<b>Palmer (2006)</b>	<b>20</b>
<b>Figura 6</b>	<b>Glicose e Fermentação</b>	<b>Tortora (2003)</b>	<b>22</b>
<b>Figura 7</b>	<b>Josef Groll criador da cerveja Pilsen</b>	<b>Pilsen.eu (2016)</b>	<b>26</b>
<b>Figura 8</b>	<b>Atual garrafa da Pilsner Urquell</b>	<b>Msted.use.cz (2013)</b>	<b>26</b>
<b>Figura 9</b>	<b>Duque Wilhelm IV – Promulgador da Lei da Pureza Alemã</b>	<b>Brookston Beer Bulletin (2016)</b>	<b>27</b>
<b>Figura 10</b>	<b>Cervejas Estilo American Lager e Pilsner</b>	<b>Primer Magazine (2012)</b>	<b>29</b>
<b>Figura 11</b>	<b>Marcas do Grupo AmBev</b>	<b>Gazeta do Povo (2017)</b>	<b>31</b>
<b>Figura 12</b>	<b>Marcas do Grupo Heineken</b>	<b>Gazeta do Povo (2017)</b>	<b>32</b>
<b>Figura 13</b>	<b>Marcas do Grupo Petrópolis</b>	<b>Gazeta do Povo (2017)</b>	<b>32</b>

<b>Figura 14</b>	<b>Formatos Populares da marca Skol</b>	<b>Site Oficial (2017)</b>	<b>34</b>
<b>Figura 15</b>	<b>Linhas de Produtos da Brahma</b>	<b>Site Oficial (2017)</b>	<b>35</b>
<b>Figura 16</b>	<b>Formatos e embalagens da marca Schin</b>	<b>Site Oficial (2017)</b>	<b>35</b>
<b>Figura 17</b>	<b>Linha de produtos da marca Antartica</b>	<b>AmBev (2017)</b>	<b>36</b>
<b>Figura 18</b>	<b>Linha de Produtos da marca Itaipava</b>	<b>Grupo Petrópolis (2017)</b>	<b>36</b>
<b>Figura 19</b>	<b>Rótulos das cervejas Bierne Fresh e Bierne Green</b>	<b>Eric Cavalcante</b>	<b>56</b>

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>GRÁFICO</b>	<b>DESCRITIVO</b>	<b>FONTE</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>Gráfico 1</b>	<b>Market Share das Cervejarias no Brasil</b>	<b>Gazeta do Povo (2017)</b>	<b>30</b>
<b>Gráfico 2</b>	<b>Distribuição de Cervejarias por Estado no Brasil</b>	<b>SEBRAE (2017)</b>	<b>30</b>
<b>Gráfico 3</b>	<b>Gênero dos participantes da análise sensorial</b>	<b>Elaboração Própria (2017)</b>	<b>46</b>
<b>Gráfico 4</b>	<b>Faixa etária dos participantes da análise sensorial</b>	<b>Elaboração Própria (2017)</b>	<b>46</b>
<b>Gráfico 5</b>	<b>Conhecimento de cerveja declarado pelos participantes da análise sensorial</b>	<b>Elaboração Própria (2017)</b>	<b>47</b>
<b>Gráfico 6</b>	<b>Frequência de consumo de cervejas especiais pelos participantes da análise sensorial</b>	<b>Elaboração Própria (2017)</b>	<b>47</b>
<b>Gráfico 7</b>	<b>Preço de compra da cerveja Bierne Green</b>	<b>Elaboração Própria (2017)</b>	<b>48</b>
<b>Gráfico 8</b>	<b>Preço de compra da cerveja Bierne Fresh</b>	<b>Elaboração Própria (2017)</b>	<b>48</b>
<b>Gráfico 9</b>	<b>Avaliação das características das cervejas analisadas</b>	<b>Elaboração Própria (2017)</b>	<b>49</b>
<b>Gráfico 10</b>	<b>Percepção dos sabores das cervejas analisadas</b>	<b>Elaboração Própria (2017)</b>	<b>50</b>
<b>Gráfico 11</b>	<b>Percepção dos sabores por participantes declarados conhecedores de cerveja intermediários e avançados</b>	<b>Elaboração Própria (2017)</b>	<b>51</b>

<b>Gráfico 12</b>	<b>Gênero dos Participantes na análise sensorial – 2º batelada</b>	<b>Elaboração Própria (2017)</b>	<b>52</b>
<b>Gráfico 13</b>	<b>Faixa etária dos participantes da análise sensorial – 2º batelada</b>	<b>Elaboração Própria (2017)</b>	<b>52</b>
<b>Gráfico 14</b>	<b>Conhecimento de cerveja declarado pelos participantes da análise sensorial – 2º batelada</b>	<b>Elaboração Própria (2017)</b>	<b>52</b>
<b>Gráfico 15</b>	<b>Frequência de consumo de cervejas especiais pelos participantes da análise sensorial – 2º batelada</b>	<b>Elaboração Própria (2017)</b>	<b>53</b>
<b>Gráfico 16</b>	<b>Preço de compra da Bierne Green – 2º batelada</b>	<b>Elaboração Própria (2017)</b>	<b>53</b>
<b>Gráfico 17</b>	<b>Preço de compra da Bierne Fresh – 2º Batelada</b>	<b>Elaboração Própria (2017)</b>	<b>54</b>
<b>Gráfico 18</b>	<b>Avaliação das características da cerveja analisada – 2º batelada</b>	<b>Elaboração Própria (2017)</b>	<b>54</b>
<b>Gráfico 19</b>	<b>Percepção dos sabores das cervejas analisadas – 2º batelada</b>	<b>Elaboração Própria (2017)</b>	<b>55</b>
<b>Gráfico 20</b>	<b>Percepção dos sabores por participantes declarados conhecedores de cerveja intermediários e avançados – 2º batelada</b>	<b>Elaboração Própria (2017)</b>	<b>55</b>

<b>Gráfico 21</b>	<b>Aceitação do rótulo pelos participantes da análise</b>	<b>Elaboração Própria (2017)</b>	<b>57</b>
<b>Gráfico 22</b>	<b>Influência do Rótulo na decisão de compra da cerveja</b>	<b>Elaboração Própria (2017)</b>	<b>57</b>
<b>Gráfico 23</b>	<b>Aceitação do Rótulo pelos participantes da análise – 2º batelada</b>	<b>Elaboração Própria (2017)</b>	<b>58</b>
<b>Gráfico 24</b>	<b>Influência do Rótulo na decisão de compra da cerveja</b>	<b>Elaboração Própria (2017)</b>	<b>58</b>
<b>Gráfico 25</b>	<b>Progressão da densidade durante a fermentação</b>	<b>Elaboração Própria (2017)</b>	<b>59</b>
<b>Gráfico 26</b>	<b>Progressão do pH durante a fermentação</b>	<b>Elaboração Própria (2017)</b>	<b>59</b>
<b>Gráfico 27</b>	<b>Resultado de HPLC para concentração de Etanol durante a fermentação</b>	<b>Elaboração Própria (2017)</b>	<b>61</b>
<b>Gráfico 28</b>	<b>Resultado de HPLC para a concentração de glicose durante a fermentação</b>	<b>Elaboração Própria (2017)</b>	<b>62</b>
<b>Gráfico 29</b>	<b>Resultado de HPLC para a concentração de maltose durante a fermentação</b>	<b>Elaboração Própria (2017)</b>	<b>62</b>
<b>Gráfico 30</b>	<b>Resultado de HPLC para a concentração de ácido acético durante a fermentação</b>	<b>Elaboração Própria (2017)</b>	<b>64</b>
<b>Gráfico 31</b>	<b>Fluxo de Caixa para a cerveja artesanal proposta</b>	<b>Elaboração Própria (2017)</b>	<b>79</b>

## LISTA DE QUADROS

<b>QUADRO</b>	<b>DESCRIPTIVO</b>	<b>FONTE</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>Quadro 1</b>	<b>Comparativo de leveduras para diversos tipos de Cervejas</b>	<b>Hughes (2016)</b>	<b>12</b>
<b>Quadro 2</b>	<b>Temperatura de gelatinização para alguns cereais</b>	<b>Eßlinger</b>	<b>19</b>
<b>Quadro 3</b>	<b>Carbonatação para Priming</b>	<b>Hughes (2016)</b>	<b>25</b>
<b>Quadro 4</b>	<b>Participação percentual das marcas no mercado Brasileiro</b>	<b>Euromonitor International (2016)</b>	<b>33</b>
<b>Quadro 5</b>	<b>Comparação do ABV e IBU entre as cervejas</b>	<b>Euromonitor International (2016)</b>	<b>60</b>
<b>Quadro 6</b>	<b>Resultado de HPLC para cervejas após maturação</b>	<b>Euromonitor International (2016)</b>	<b>65</b>
<b>Quadro 7</b>	<b>Custo unitário dos Ingredientes</b>	<b>Fornecedores: Malte &amp; Cia, Assaí, Extra e Hortifruti</b>	<b>68</b>
<b>Quadro 8</b>	<b>Custo diretos mensais de produção</b>	<b>SEBRAE (2017)</b>	<b>69</b>
<b>Quadro 9</b>	<b>Custos indiretos mensais</b>	<b>SEBRAE (2017)</b>	<b>69</b>
<b>Quadro 10</b>	<b>Custo de Equipamentos</b>	<b>SEBRAE (2017)</b>	<b>70</b>
<b>Quadro 11</b>	<b>Fatores individuais para o cálculo do custo de Serviços</b>	<b>Perlingeiro (2005)</b>	<b>71</b>

<b>Quadro 12</b>	<b>Fatores individuais médios e custos correspondentes com base no custo de equipamentos</b>	<b>Elaboração Própria</b>	<b>71</b>
<b>Quadro 13</b>	<b>Valores típicos de Taxa de Retorno sobre o Investimento</b>	<b>Perlingeiro (2005)</b>	<b>75</b>
<b>Quadro 14</b>	<b>Valores típicos para Taxa de Risco</b>	<b>Perlingeiro (2005)</b>	<b>75</b>
<b>Quadro 15</b>	<b>Evolução da Inflação Anual</b>	<b>Banco Central do Brasil (2016)</b>	<b>77</b>
<b>Quadro 16</b>	<b>Evolução do IPCA Anual</b>	<b>IBGE (2016)</b>	<b>78</b>
			<b>79</b>
<b>Quadro 17</b>	<b>Fluxo de Caixa para o período de 10 anos</b>	<b>Elaboração Própria</b>	



## **1. Revisão Bibliográfica**

### **1.1. Histórico e evolução do processo cervejeiro**

Existem várias teorias sobre o surgimento da cerveja, segundo vários autores e historiadores, sendo difícil afirmar a data precisa do seu aparecimento. No entanto, pode-se admitir que a maior parte dos povos antigos já fabricava bebida alcóolica semelhante à cerveja, pois havia indícios de uso de cevada desde as civilizações mais primitivas. Tal fato possibilitou que a cerveja fosse considerada a bebida mais antiga consumida pelo homem (MORADO, 2011; SILVA, LEITE, PAULA, 2016).

Os primeiros indícios de consumo de bebidas fermentadas pelo homem datam de aproximadamente 7.000 a.C.. Segundo Hughes (2016), em um vilarejo neolítico no sítio de Jiahu, na China, foram encontrados fragmentos de cerâmica com vestígios de ingredientes presentes em bebidas alcólicas.

Desenhos rupestres e símbolos pré-históricos que remetem à produção de bebida similar à cerveja foram encontrados em cidades construídas por volta de 6.000 a.C., existindo símbolos que parecem indicar seu uso como moeda de troca. Reforçando esta teoria, foram localizados, em escavações arqueológicas realizadas no século XIX, resquícios de cevada em vasos no interior de tumbas de faraós, fato que indica que a cerveja pode ter se originado no Egito ou no Oriente Médio. Bedrich Hrozný, arqueólogo linguista, decifrou algumas tábuas que comprovaram a existência de uma bebida baseada em cereais, que era consumida na região dos rios Tigre e Eufrates, na Mesopotâmia e era utilizada como remédio, salário ou oferenda aos deuses (MORADO, 2011).

Data do ano de 822 a primeira ligação documentada entre lúpulo e cerveja, por meio de Abbot Adalhard, do mosteiro beneditino de Corbie, no norte da França, que criou um conjunto de regras para a administração do mosteiro, entre as quais a colheita de lúpulo suficiente para produção de cerveja (HUGHES, 2016).

De acordo com Hughes (2016), em 1040, foi fundada a primeira cervejaria comercial na Abadia de Weihestephan na Baviera, região meridional da Alemanha, onde a produção de cerveja tornou-se um empreendimento comercial criado pelos monges. Por toda a Europa, ao longo da Idade Média, essa passou a ser uma das bebidas mais populares. Por ser fervida antes da fermentação, era fonte segura de hidratação

numa época em que a água disponível não era confiável. Além disso, seu teor calórico a tornou um importante composto de nutrição.

A “*Reinheitsgebot*”, também conhecida por Lei da Pureza Alemã, determinou que a cerveja fosse produzida exclusivamente com malte, lúpulo e água, sem qualquer aditivo. Foi promulgada em 23 de abril de 1516 pelo Duque Guilherme IV da Baviera, na Alemanha. A lei visava proteger os consumidores de ingredientes tóxicos que poderiam estar presentes na cerveja. Posteriormente, a levedura de cerveja também foi incluída na lista dos ingredientes. Considerada a regulamentação mais antiga do setor, tendo sido proclamada há 501 anos, ainda hoje é seguida pela maioria dos produtores alemães.

No Brasil, o consumo de cerveja foi introduzido com a chegada da família real portuguesa, em 1808, e de colonos europeus que se instalaram no país. Segundo Santos (2003), o início da produção de cerveja no Brasil não pode ser datado com precisão, porém o primeiro documento conhecido é um anúncio de venda de cerveja brasileira no Jornal do Comércio do Rio de Janeiro, de 27 de outubro de 1836. Nessa época havia poucas cervejarias, todas artesanais, com produção em pequena escala. A partir de 1860, novas cervejarias surgiram e a produção de cerveja aumentou até a Primeira Guerra Mundial, quando não era possível obter malte e lúpulo oriundos da Alemanha e Áustria. Com a dificuldade de se encontrar matéria prima no Brasil, os cervejeiros usavam milho, arroz e trigo como alternativa, o que diminuía a qualidade do produto.

Em 1857, o químico francês Louis Pasteur descobriu que a levedura era responsável pela fermentação alcoólica e esse avanço permitiu o controle da fermentação, resultando em cervejas de melhor qualidade (HUGHES, 2016).

Segundo Cruz (2007), a produção de cerveja, feita por muitos séculos de um modo empírico, alterou-se decisivamente no século XIX, quando métodos e conceitos científicos foram adotados pelos fabricantes, permitindo a obtenção de um produto com maior duração, maior reprodutibilidade e de qualidade mais consistente. Como resultado destes avanços, as unidades produtoras foram se tornando cada vez maiores, originando o aparecimento da verdadeira indústria cervejeira.

No entanto, no final do século XIX e nas duas primeiras décadas do século XX, lideranças políticas e religiosas dos Estados Unidos defenderam a ideia de que o consumo de bebidas alcoólicas deveria ser combatido pelo governo. Este movimento

ganhou força e, em 1919, foi proclamada a 18ª Emenda à Constituição dos EUA instituindo a Lei Seca em todo o país, que proibiu a venda, produção e transporte de bebidas alcólicas, incluindo a cerveja caseira. O Ato Volstead ou Ato de Proibição Nacional entrou em vigor em 1920, determinando que qualquer bebida com mais de 0,5% de teor alcoólico seria intoxicante e, portanto, teria sua fabricação, venda, distribuição e consumo proibidos.

Segundo Souza (2017), embora a lei fosse rigorosa, não impediu o consumo de bebidas alcólicas em bares clandestinos e estimulou a produção caseira de bebidas e o contrabando, principalmente de bebidas vindas do Canadá e Austrália.

Com a crise econômica de 1929, a oposição à Lei Seca se fortaleceu, uma vez que a liberação da produção de bebidas aumentaria a arrecadação e geraria empregos. Em 1933, o governo americano liberou a produção de cerveja e a Lei Seca foi derrubada por completo, sendo ainda hoje a única lei revogada na Constituição dos Estados Unidos da América (SOUZA, 2017).

Em 1978, durante o governo de Jimmy Carter nos Estados Unidos, foi aprovada a Lei Pública nº 95-458 que inicialmente tratava de impostos sobre chassis e carrocerias de caminhões e, com a emenda incluída pelo senador democrata Alan Cranston, legalizou a produção de cerveja caseira. A legitimação do “*homebrewing*” foi o embrião da legião de cervejarias artesanais que se estabeleceu a partir dos anos 1980 (SOUZA, 2017).

A partir de 1990 até os dias atuais a produção de cerveja caseira começou a se expandir, com oferta de grande variedade de equipamentos para fabricação e ingredientes diferenciados. Houve também um crescimento do número de microcervejarias e produtores de cervejas caseiras no Brasil, com objetivo de produzir cervejas diferenciadas com sabores e aromas exclusivos, que devem ser degustadas, surgindo o *slow beer*. Este movimento se mostrou contrário à cerveja produzida em larga escala, que deve ser consumida de forma gelada e rápida (FERREIRA, 2010). Segundo Tschope (2001), conforme citado por Ferreira (2010), a filosofia deste movimento tem a ver com o resgate da história, da cultura e do prazer de se fazer e beber boas cervejas, associadas, naturalmente, à gastronomia de qualidade, como propõe o movimento *slow food*.

Neste contexto de se apreciar cervejas diferentes surgiram as cervejarias artesanais, as microcervejarias, “*homebrewers*” e “*brewpubs*” que tem como atração a produção da própria cerveja. Ao contrário da maioria das cervejas existentes nas prateleiras produzidas pelas grandes cervejarias e disponíveis para o consumidor comum, esta cerveja é associada à experiência desfrutada por conhecedores que querem diferenciar-se de outras pessoas e saborear algo mais exclusivo ao seu paladar.

No Brasil, o segmento de cerveja artesanal representa 0,7% do setor cervejeiro, segundo dados do Instituto da Cerveja. A expectativa é que esse percentual aumente para 9% até 2022. A produção da categoria é estimada em 124 milhões de litros por ano. Em 2016, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 148 novas cervejarias foram criadas no país, somando 522 empresas. O crescimento foi de 39,6 % no número de companhias (BOUÇAS, 2017).

## **1.2. Ingredientes da cerveja e suas propriedades**

A cerveja é definida como bebida levemente alcoólica, obtida pela fermentação do açúcar de cevada e aromatizada com lúpulo, contém gás carbônico (4 a 6 g/L), álcool (30 a 50 g/L), dextrinas (20 a 30 g/L), proteínas, sais minerais, taninos, ácidos orgânicos e vitaminas do grupo B. A fermentação do açúcar maltose em álcool e gás carbônico é processada naturalmente pela levedura *Saccharomyces cerevisiae* (LAROUSSE, 1998).

O Decreto nº 6871 de 4 de junho de 2009, que regulamentou a Lei nº 8918 de 14 de julho de 1994, dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Segundo esse decreto a cerveja é a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo (BRASIL, 2009).

A legislação brasileira em vigor atualmente considera adjuntos cervejeiros a cevada cervejeira e os demais cereais aptos para o consumo humano, malteados ou não, bem como os amidos e açúcares de origem vegetal, não admitindo açúcares de origem animal, como o mel. Diante do exposto a “cerveja” elaborada neste trabalho pode ser definida como “bebida alcoólica mista do tipo cerveja”. Porém, ao longo do texto, o termo “cerveja” é utilizado, por questões de conveniência, em substituição ao termo técnico “bebida alcoólica mista”.

Para maior entendimento das propriedades dos ingredientes utilizados na elaboração da cerveja artesanal, é conveniente apresentar as características principais de cada matéria-prima.

### **1.2.1. Água**

A água é um dos principais componentes na elaboração da cerveja, perfazendo aproximadamente 90 a 95% de sua composição. A característica da água é de fundamental importância na qualidade da cerveja, sendo esta matéria-prima indispensável a todas as reações químicas e bioquímicas da fermentação.

Segundo Bernstein e Willox (1977) e Rio (2013), historicamente as cervejarias se instalavam em locais próximos a uma fonte de água cuja qualidade fosse adequada e, frequentemente, era captada de fontes subterrâneas ou nascentes dos rios onde haveria mais chance de preservação de seus componentes. Considerando que a produção de cerveja consome cerca de 10 litros de água para cada litro da bebida produzida, ainda hoje a presença de uma fonte de água determina a localização das cervejarias.

Segundo Hughes (2016), antes de existir a análise química da água, os tipos de cerveja costumavam ser determinados pela composição química da água local. Como exemplo, a água da região de Pilsen, na República Tcheca, berço das lagers da região – é uma das águas mais moles do mundo e a água de Dublin na Irlanda, berço da Guinness, é muito dura.

A classificação da água em “mole” ou “dura” depende da composição química da mesma. Considera-se água mole a que possui baixíssima concentração de minerais e água dura a que possui altos índices de bicarbonato e cálcio.

A qualidade da água é essencial para a produção do tipo de cerveja. Segundo Reinold (2017), o tratamento da água da cervejaria é uma fase de suma importância, uma vez que ela é a base do produto. Os processos utilizados devem manter as características físico-químicas e organolépticas originais da água e assegurar sua estabilidade microbiológica. No processo de tratamento da água utilizam-se vários processos cujas principais fases são a floculação, a decantação, a filtração e desinfecção por meio de substâncias à base de cloro ou dióxido de cloro.

O pH da água influencia a produção dos diferentes estilos de cerveja, devendo ser mantido entre 4,5 a 5,8, pois mantendo-se o pH nesta faixa garante-se que as enzimas do malte sejam ativadas e atuem sobre o amido de forma a transformarem os açúcares fermentáveis (TSCHOPE, 2001; KUNZE, 1999 apud ANGELONI, 2016). Além disto, a água usada na cervejaria deve ser insípida e inodora para não interferir nas propriedades do produto.

### **1.2.2. Lúpulo**

No século XIII, na Idade Média, os cervejeiros germânicos já empregavam o lúpulo na cerveja, conferindo-lhe as características básicas da bebida atual.

Segundo Tschope (2001), o lúpulo (*Humulus lupulus*) é uma planta que se desenvolve basicamente em regiões frias dos Estados Unidos, Alemanha, República Tcheca, Polônia, Austrália, Nova Zelândia, Japão, China, Chile e Argentina, entre os paralelos de latitudes 35° e 55°. É de difícil cultivo por ser rica em umidade e, portanto, suscetível ao ataque de parasitas.

O Brasil não possui condições climáticas ideais para o plantio do lúpulo, desta forma a maior parte da demanda da planta para a produção de cerveja tem que ser importada dos países produtores. Segundo Berbet (2017), 98% das importações de lúpulo no Brasil no ano de 2016 foram da Alemanha e dos Estados Unidos, sendo 55% proveniente da Alemanha e 43% dos Estados Unidos.

Embora com cultivo de difícil adaptação ao clima brasileiro, por necessitar de baixas temperaturas e tempo de exposição à luz variando de nove a quatorze horas diárias, já existe produção de lúpulo no Brasil. Em 2005, foi iniciado o cultivo de lúpulo em São Bento do Sapucaí, no Estado de São Paulo, na região da Serra da Mantiqueira, pelo agrônomo Rodrigo Veraldi. A produção iniciou-se com 20 plantas cultivadas em estufa. Em 2009, o cultivo foi transferido para o campo e a produção se perdeu com a chuva, mas o descarte das mudas no terreno fez sobreviver uma variação de lúpulo resistente e adaptada ao clima local, sendo o início do cultivo na região (BERBET, 2017)

Atualmente a produção anual de lúpulo em São Bento do Sapucaí é de 2.000 quilos. Existem ainda produções em baixa escala nos estados do Sul e nos estados de

São Paulo, do Rio de Janeiro, do Mato Grosso e da Bahia. Nessas plantações são utilizadas técnicas como o fornecimento de luz após o pôr do sol para aumentar o fotoperíodo além de produtos para estimular a brotação, o que não é necessário em São Bento do Sapucaí (BERBET, 2017).

O lúpulo produzido no Brasil vai de encontro ao crescimento da produção de cervejas especiais e conta com o apoio de empresas como a Brasil Kirin que lançou em abril de 2017 uma cerveja elaborada com o lúpulo brasileiro (CELSO JÚNIOR, 2017).

O lúpulo confere à cerveja o amargor, sabor e aroma e possui propriedades antimicrobianas, pois os ácidos iso- $\alpha$  são bacteriostáticos. Pertence à família *Cannabinaceae* e é uma dióica, apresentando flores masculinas e femininas em indivíduos diferentes, não havendo planta hermafrodita (ALMEIDA E SILVA, 2005). É nas flores femininas do lúpulo que se encontra a lupulina, substância responsável por conferir aroma e amargor característicos da cerveja.



Figura 1 - Flores de lúpulo in natura. Fonte: Gazeta do Povo, 2017.

As flores da planta fêmea (figura 1) possuem cor verde clara e apresentam-se agrupadas em cachos, com o formato semelhante ao da fruta pinha.

Na elaboração da cerveja, o lúpulo é acrescentado em intervalos variados durante a fervura para dar características determinadas à bebida. O lúpulo adicionado no início da fervura proporciona amargor, equilibra o gosto do álcool e deixa a cerveja mais “macia”. Quando acrescentado próximo ao fim da fervura – em geral nos últimos 30 minutos- confere sabor e aroma (HUGHES, 2016).

O lúpulo é comercializado na forma de flores secas, na forma de pellets ou como extrato. Segundo Hughes (2016), os lúpulos devem secar expostos ao ar antes do uso,

isso ajuda a conservar o aroma e sabor. As flores secas conferem um sabor mais natural, mas se deterioram mais depressa. Os pellets, onde ocorre a prensagem das flores, é a forma mais comum de comercialização, pois se reduz o volume transportado e possuem um prazo de validade maior.

### **1.2.3. Malte**

A cevada é o cereal mais usado na produção de malte para cerveja. É naturalmente rica em enzimas e por isso produz grandes quantidades de açúcar fermentável (HUGHES, 2016).

A cevada é cultivada em regiões de clima temperado. Na América do Sul, a Argentina é o principal produtor, porém existe também produção no Brasil durante o inverno, no estado do Rio Grande do Sul (RIO, 2013).

Classifica-se como gramínea de espécie *Hordeum vulgare* e seus grãos se apresentam na espiga, alinhados em duas ou seis fileiras (Fig. 2). O cervejeiro pode optar em usar a cevada de duas ou seis fileiras dependendo do tipo de cerveja a ser produzido. Segundo Hughes (2016), a cevada de duas fileiras é mais utilizada para fazer cerveja, por conter menos proteínas e produzir mais açúcares fermentáveis. Já a cevada de seis fileiras é mais fácil de filtrar por apresentar grande quantidade de cascas e, portanto, mais enzimas. Entretanto, possui maiores dificuldades de malteação e menor rendimento de mostura (AQUARONE et al., 2001).

Depois de colhida, a cevada segue para a maltaria, onde é classificada e testada antes de ser germinada para se transformar em malte. A aplicação de um reagente à base de tretazol indica o percentual de germinação da cevada. Para ser utilizada na indústria cervejeira, a cevada deve atingir um teor mínimo de 95% de germinação, caso apresente teor entre 92% e 95% é classificada como forrageira e vendida como ração animal (FRANCO, 2011).





*Figura 2 - Comparação entre cevadas de duas fileiras (à esquerda) e de seis fileiras (à direita). Fonte: The Brewer & Distiller International, 2007.*

Na malteação ocorrem as variações do malte, dependendo da temperatura, torrefação e umidade utilizados no processo. A malteação ocorre em quatro etapas: maceração, germinação, secagem e clivagem. Na maceração, a cevada limpa e classificada é submersa em água até obter o teor de umidade desejado. Na etapa de germinação, a cevada germina sob condições controladas de umidade, aeração e temperatura. A secagem é a etapa onde o grão, já transformado em malte, tem a sua umidade reduzida através do fluxo de ar quente. Dependendo da intensidade da secagem e da torrefação dos grãos é que o malte adquire determinadas características de coloração e aroma, podendo se classificar como caramelo, café, chocolate, âmbar, frutas secas, entre outros. Na clivagem consiste na limpeza do grão, com eliminação dos brotos formados na germinação (RIO, 2013).

#### **1.2.4. Levedura**

As leveduras são micro-organismos eucarióticos predominantemente unicelulares e pertencentes ao reino Fungi. As leveduras possuem a habilidade de metabolizar eficientemente os constituintes do mosto, que é um caldo resultante da mistura fervida de malte e água, rico em açúcares fermentáveis (CARVALHO et al, 2006; OLIVEIRA, 2011).

Há milhares de anos as leveduras já são utilizadas pelo homem em processos fermentativos, mas sua identificação só ocorreu com o advento do microscópio no

século XVII. Em 1857, o químico francês Louis Pasteur comprovou a importância da levedura na fermentação. A descoberta de Pasteur mudou a maneira pela qual a cerveja era produzida, pois deu aos cervejeiros maior controle sobre o processo de fermentação (HUGHES, 2016).

Segundo Rio (2016), as leveduras mais utilizadas no processo cervejeiro são *Saccharomyces cerevisiae*, para produção de cervejas tipo ale, alta fermentação e *Saccharomyces uvarum*, utilizada na fabricação de cervejas tipo lager, de baixa fermentação. Estes dois tipos de leveduras possuem a capacidade de assimilar grande variedade de açúcares, como a glicose, frutose, sacarose, maltose e maltotriose (STEWART e RUSSEL, 1998 apud RIO, 2016).

As leveduras do gênero *Saccharomyces* são anaeróbias facultativas, logo podem se adaptar a condições com ou sem oxigênio. Contudo, o oxigênio favorece seu crescimento e, por esta razão, tanques de fermentação industriais costumam ter aeração (EßLINGER, 2009).

As leveduras da alta fermentação trabalham geralmente entre 16-24°C, sobem à superfície do fermentador durante o processo. Estas leveduras produzem grande quantidade de éteres complexos, especialmente sob temperaturas altas, resultando em ampla variedade de sabores e aromas. Já as de baixa fermentação trabalham melhor sob temperaturas mais baixas, entre 7-15°C e se depositam no fundo do fermentador. Este tipo de levedura tende a produzir cervejas de sabor leve e neutro e por causa das temperaturas baixas produzem menos éteres, porém mais diacetil do que as de alta fermentação (HUGHES, 2016).

Pelo fato da levedura desempenhar um papel fundamental na formação dos aromas da cerveja, é importante que a cultura da levedura seja a mais pura possível, isenta de micro-organismos contaminantes tais como bactérias e leveduras selvagens (OLIVEIRA, 2011).

Levedura selvagem é qualquer levedura diferente da levedura de cultivo utilizada na elaboração de determinado tipo de cerveja. Estudos com 120 leveduras selvagens isoladas a partir da cerveja, leveduras em propagação e garrafas vazias mostram que, além de várias espécies de *Saccharomyces*, foram encontradas espécies dos gêneros *Brettanomyces*, *Candida*, *Debaryomyces*, *Hansenula*, *Kloeckera*, *Pichia*, *Rhodotorula*, *Torulaspora* e *Zygosaccharomyces* (OLIVEIRA, 2011; ALMEIDA e

SILVA, 2005). A presença das leveduras selvagens pode dar um sabor desagradável e não desejável na elaboração da cerveja.

No processo de produção da cerveja, quando as leveduras são adicionadas ao mosto, suas células se alimentam dos açúcares e carboidratos nele presente a produzem dióxido de carbono e álcool.

O etanol é o principal produto de excreção produzido pela levedura durante a fermentação do mosto, esse álcool primário tem pequeno impacto no sabor da cerveja. O tipo e a concentração de vários produtos de excreção formados durante a fermentação são quem primariamente determinam o sabor da cerveja. A formação destes compostos depende do processo metabólico do cultivo da levedura. Vários fatores podem afetar esse processo metabólico e conseqüentemente, o sabor da cerveja, incluindo a linhagem da levedura, a temperatura e o pH da fermentação, o tipo e a proporção de adjunto, o modelo de fermentador e a concentração do mosto (MORADO, 2011).

Segundo Hughes (2016), as leveduras utilizadas para a produção caseira de cerveja são encontradas nas formas seca e fresca líquida. As primeiras têm prazo de validade longo e são fáceis de usar e as segundas tem prazo de validade curto e precisam de um starter, ou seja, uma solução preparada com a levedura líquida, extrato de malte seco (DME) e água para propagar as células da levedura antes de inoculá-la de forma a melhorar a fermentação. A quadro 1 fornece um comparativo entre diferentes leveduras utilizadas para as variedades mais populares de cerveja.

Quadro 1 - Quadro comparativo de leveduras para diversos tipos de cerveja. Fonte: Adaptado de Hughes, 2016.

QUADRO COMPARATIVO DAS LEVEDURAS				
TIPO DE CERVEJA	NOME DA CERVEJA	LEVEDURA LÍQUIDA		LEVEDURA SECA
		WYEAST	WHITE LABS	
Light lager	European lager	2007 Pilsen lager	830 German lager	Fermentis 34/70
Light lager	Premium American lager	2035 American lager	800 Pilsner	Fermentis 34/70
Light lager	Dortmunder export	2124 Bohemian lager	830 German lager	Fermentis S23
Light lager	Japanese rice lager	2278 Czech pils	800 Pilsner	Fermentis 34/70
Pilsner	Czech pilsner	2001 Urquell	800 Pilsner	Fermentis 34/70
Pilsner	German pilsner	2007 Pilsen lager	840 American lager	Fermentis 34/70
Pilsner	American pilsner	2035 American lager	840 American lager	Fermentis 34/70
Amber lager	Vienna lager	2124 Bohemian lager	830 German lager	Fermentis 34/70
Amber lager	Oktoberfest	2206 Bavarian lager	820 Oktoberfest	Fermentis 34/70
Bock	Helles bock	2487 Hella bock	833 German bock	Fermentis 34/70
Bock	Doppelbock	2124 Bohemian lager	830 German lager	Fermentis 34/70
Bock	Eisbock	2308 Munich lager	838 Southern German lager	Fermentis 34/70
Dark lager	Munich dunkel	2278 Czech pils	800 Pilsner	Fermentis 34/70
Dark lager	Black lager	2042 Danish lager	860 Munich Helles	Fermentis S23
Pale ale	Spring beer	1275 Thames Valley ale	023 Burton ale	Danstar Nottingham
Pale ale	Harvest pale ale	1272 American ale II	060 American ale blend	Fermentis US05
Pale ale	ESB ale	1187 Ringwood ale	005 English ale	Fermentis S04
Pale ale	Pale ale	1187 Ringwood ale	005 English ale	Danstar Nottingham
Pale ale	Honey ale	1098 British ale	007 Dry English ale	Danstar Nottingham
IPA	English IPA	1187 Ringwood ale	005 English ale	Fermentis US05
IPA	American IPA	1272 American ale II	060 American ale blend	Fermentis US05
IPA	Black IPA	1187 Ringwood ale	005 English ale	Fermentis US05
Bitter	London bitter	1318 London ale III	013 London ale	Fermentis S04
Bitter	Irish red ale	1084 Irish ale	004 Irish ale	Fermentis S33
Strong ale	Winter warmer	1968 ESB	002 English ale	Fermentis S04
Strong ale	Bière de garde	3711 French saison	566 Saison II	N/A
Strong ale	Belgian blonde ale	1388 Belgian strong	570 Belgian golden ale	N/A
Strong ale	Belgian dubbel	3944 Belgian witbier	400 Belgian wit ale	Fermentis WB06
Brown ale	Southern brown ale	1187 Ringwood ale	005 English ale	Fermentis US05
Mild	Mild	1318 London ale III	013 London ale	Fermentis US05
Barley wine	English barley wine	1028 London ale	013 London ale	Fermentis S33
Barley wine	American barley wine	1056 American ale	001 California ale	Fermentis S33
Stout	Dry stout	1084 Irish ale	004 Irish ale	Fermentis US05
Porter	Brown porter	1028 London ale	013 London ale	Fermentis US05
Weissbier	Weizenbock	3056 Bavarian wheat	380 Hefeweizen IV	Danstar Munich
Cerveja com centeio	Roggenbier	3338 Bavarian wheat	380 Hefeweizen IV	Fermentis WB06
Witbier	Witbier	3944 Belgian witbier	400 Belgian wit ale	Fermentis WB06
Cerveja de trigo escura	Dunkelweizen	3056 Bavarian wheat	380 Hefeweizen IV	Fermentis WB06
Híbridas claras	kölsch	2565 Kölsch	029 German ale	Fermentis US05
Híbridas âmbar	Californian common	2112 California ale	810 San Francisco lager	Fermentis US05

### **1.2.5. Mel**

O mel é uma substância viscosa, aromática e açucarada obtida a partir do néctar das flores e/ou exsudatos sacarinos que as abelhas melíferas produzem. Os principais componentes do mel são os açúcares, sendo que os monossacarídeos frutose e glicose representam 80% da quantidade total. Já os dissacarídeos sacarose e maltose somam 10%, tornando-se um bom produto para ser usado na elaboração de bebidas fermentadas (EMBRAPA, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2015).

A utilização de mel na cerveja geralmente é feita em substituição parcial da cevada maltada. A maior parte dos açúcares do mel é fermentável, gerando um caráter seco à cerveja (menos encorpada). Pelo fato de conter bactérias é recomendável que seja adicionado próximo ao fim da fervura para que seja esterilizado (HUGHES, 2016).

A adição do mel entre os componentes da cerveja aumenta a quantidade de álcool e acrescenta sutis notas florais de aroma à cerveja, graças aos vários pólenes e néctares utilizados pelas abelhas na sua produção. Além disso, o mel ajuda a atenuar o amargor da cerveja (OLIVEIRA, 2015).

### **1.2.6. Chá verde**

O chá é uma das bebidas mais consumidas do mundo, perdendo apenas para a água. As infusões de chá são encontradas na forma de chá verde, chá branco, chá preto, dependendo do tipo de processamento a que a planta foi submetida. Estes processos de produção alteram as propriedades sensoriais e antioxidantes, mediante a alteração dos compostos contidos em cada tipo de chá (GUIMARÃES, 2011).

O chá verde (*Camellia sinensis*) é uma erva originária da Ásia Continental consumida há mais de 5 mil anos. Para seu preparo, as folhas são colocadas sob vapor e depois secas, prevenindo a oxidação dos ingredientes e preservando os nutrientes (FARIA, SANTOS, VIANA, 2006; SCHUINA *et al.*, 2016).

O chá verde possui flavonóides, catequinas, polifenóis, alcalóides, vitaminas e sais minerais que contribuem para a prevenção de diversas doenças, como Alzheimer, diabetes, osteoporose, câncer e obesidade. Além disso, tem o poder de proteger as células do organismo e retardar o envelhecimento das células. Apresenta propriedades

bactericidas e bacteriostáticas e ação diurética sobre o organismo (YUNES, CALIXTO, 2001; SCHUINA *et al*, 2016).

Pelo seu sabor amargo, cheiro agradável, ação bacteriostática e propriedades organolépticas semelhantes ao do lúpulo, o chá verde pode ser utilizado como substituto parcial desse ingrediente na elaboração da cerveja. Além disso, a utilização do chá verde em substituição parcial do lúpulo mantém características físico-químicas similares à cerveja elaborada totalmente com o lúpulo (SCHUINA, 2016).

### **1.2.7. Limão siciliano**

O limão siciliano (*Citrus limon*) é uma fruta amarela e azeda pertencente ao grupo das frutas cítricas, que também inclui outras espécies de limão, além da laranja e da tangerina. Os maiores produtores de limão siciliano são a Argentina, a Espanha, os Estados Unidos e a Itália. No Brasil, o maior produtor do limão siciliano é o município de Botucatu (PLANTAMED, 2012).

O pé de limão siciliano atinge de 3 a 6 metros de altura. Suas flores são brancas no centro e arroxeadas ao redor, com odor adocicado. Os frutos são ovais, grandes com comprimento que varia de 7 a 12 cm, aromáticos, dotados de um mamilo no ápice, a casca grossa e amarela e quando maduros e sua polpa é suculenta e suavemente ácida (PLANTAMED, 2012).

Os principais constituintes químicos do limão siciliano são a felandrina, hidrocarbonetos terpênicos, limonina, óleo essencial (limoneno), ácidos orgânicos (cítrico e málico), bioflavonóides (hespiridina), pectinas, vitamina A (retinol), vitamina B1 (tiamina), vitamina B2 (riboflavina), niacina, sais minerais (potássio, fósforo, ferro, cálcio, sódio, magnésio, enxofre, cloro) e vitamina C (ácido ascórbico) (PLANTAMED, 2012).

O sabor e aroma cítricos do limão siciliano quando adicionado na cerveja, confere sensação agradável e refrescante. Segundo Hughes (2016) a casca de limão siciliano dá um toque cítrico a pale ales e *summer* leves. A casca de limão em pale ales acrescenta notas de sementes de coentro e capim-limão e um vigor refrescante. O limão siciliano é normalmente adicionado nos últimos minutos da fervura ou no quarto dia da fermentação.

### **1.2.8. Gengibre**

O gengibre (*Zingiber officinalis*) é uma especiaria usada há muitos séculos na medicina tradicional para tratar inflamações, doenças reumáticas e desconfortos gastrointestinais. É uma planta rica em vitaminas B6 (piridoxina) e sais minerais (MANN, 2009; MARTINS e FERREIRA, 2013). Na sua composição possui gingerol, extrato e composto pungente com variada atividade biológica, incluindo efeito antineoplástico, antiespasmódico e antiemético, inibidor de enzimas, anti-hemorragico, antifúngico, inibidor da síntese de óxido nítrico, protetor de células neurais, anti-reumático, microbicida, anti-inflamatório e antioxidante (JUSTO e MORAES, 2008; RIO, 2013).

No século XIX já se produzia cerveja a base de gengibre, com baixo teor alcoólico. Segundo Madden (2007), a Lei Britânica de Produtos Sujeitos a Impostos Especiais de Consumo de 1855 exigia que a bebida contivesse menos de 2% de álcool e desta forma tornou-se popular entre as crianças.

Em 1935, havia mais de três mil fabricantes de cerveja de gengibre no Reino Unido. Contudo, hoje em dia apenas uma empresa britânica fabrica o produto tradicionalmente. A tradicional cerveja de gengibre é feita utilizando-se a raiz fresca da planta, frequentemente com a adição de ingredientes como zimbro-rasteiro (*Juniperus communis*), alcaçuz (*Glycyrrhiza glabra*) ou chili (*Capsicum annuum*) e por vezes também se adiciona mil-folhas – erva dos carpinteiros (*Achillea millefolium*) para impedir o crescimento de bactérias. Já a cerveja de gengibre moderna é normalmente gaseificada com dióxido de carbono pressurizado (MADDEN, 2007).

A utilização do gengibre na produção de cerveja confere a bebida um sabor levemente picante e forte pela ação do gingerol, cuja estrutura é semelhante à capsaicina do chili e à piperina da pimenta (RIO, 2013).

### **1.2.9. Hortelã**

A hortelã (*Mentha spicata*) tem sua origem na Ásia e é cultivada em todo o mundo atualmente. É uma planta herbácea da família Lamiaceae e possui inúmeras variedades cultivadas (RIO, 2013).

Possui essências aromáticas principalmente nas folhas. Nas folhas frescas e semi-frescas e nas sumidades floridas da hortelã pode ser extraído o óleo essencial (tanino, matérias resinosas e pépticas) através da destilação a vapor (RIO, 2013).

É utilizada como tempero em inúmeros pratos e também como planta medicinal em infusão. Na fitoterapia é indicada como estimulante gástrico nas atonias digestivas, flatulências, vômitos, vermífugo, cólicas uterinas, expectorante, antisséptico bucal, aftas, infecções da boca e da garganta, tremores nervosos e calmante (LEMONS JÚNIOR, LEMOS, 2012). Considerada uma erva aromática, a hortelã confere a cerveja sabor refrescante e aroma agradável.

### 1.3. O processo de produção

O processo industrial de produção de cerveja está esquematizado na figura 3. O processo de produção artesanal possui algumas diferenças que serão ressaltadas posteriormente quando cada etapa for detalhada.

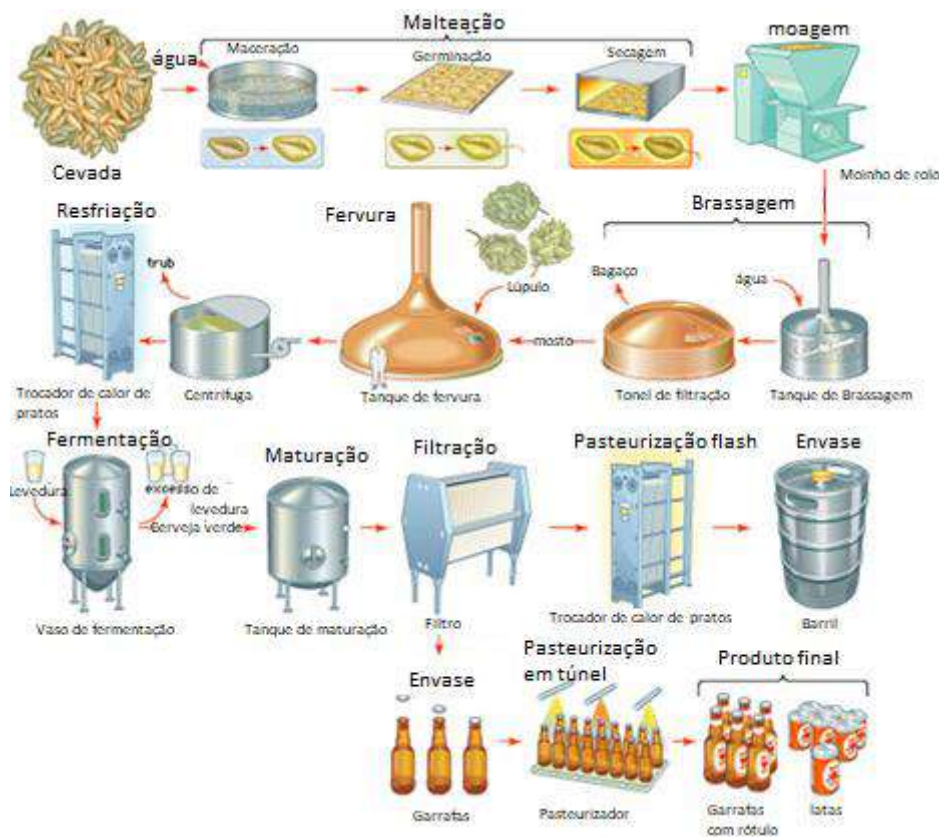


Figura 3 -Etapas da produção industrial de cerveja. Fonte:Adaptado de Britannica, 2009.



### **1.3.1. Malteação**

A malteação é a transformação da cevada no malte. Nesta etapa, a cevada é germinada para promover transformações no amido, produzir enzimas e conferir cor ao malte. É composta de quatro etapas principais (COELHO, 2013).

Primeiramente é feita a limpeza dos grãos para retirada dos detritos. Em seguida a maceração para aumentar a umidade e aeração dos grãos. Depois é promovida a germinação controlada, quando ocorre formação e ativação de enzimas, além da formação da radícula, o ponto final da germinação. Finalmente, é realizada a etapa de secagem. Nessa etapa há um controle de temperatura para evitar a inativação de enzimas (COELHO, 2013). Na produção artesanal é comum que se opte por comprar o malte de terceiros, para que não seja necessário passar por este processo.

### **1.3.2. Moagem do malte**

Industrialmente, o malte é recebido na cervejaria. Na etapa do recebimento é muito importante tomar cuidado com a poeira de grãos de malte que possui característica explosiva. Recomenda-se que a concentração máxima de poeira de grãos no ambiente de trabalho seja de  $4 \text{ g/m}^3$  de ar (ARAÚJO, 2016). Portanto, é importante filtrar o ar e manter o local sempre limpo. Usualmente utilizam-se filtros manga e o pó de malte concentrado pode ser vendido para produção de ração animal (ruminantes). Artesanalmente, a poeira de grão é gerada em concentrações bem inferiores, de forma que filtros manga não costumam ser necessários.

Antes de ir para a moagem, o malte passa por um pré-tratamento para remoção de partículas grossas e pedras. Além de serem indesejadas na cerveja, pedras podem danificar o moinho e gerar fagulhas que, em contato com o pó de malte, desencadeariam uma explosão (EBLINGER, 2009).

A moagem é essencial para expor o endosperma do grão, que é rico em amido. Assim, durante o cozimento, o amido pode ser quebrado em açúcares menores pelas enzimas. Entretanto, é desejável que as cascas permaneçam intactas, pois elas auxiliam na etapa de filtração do mosto após o cozimento. A moagem excessiva gera uma torta de filtração de permeabilidade baixa, o que dificulta o processo (EBLINGER, 2009).

Industrialmente são utilizados grandes moinhos automáticos de martelo ou de rolo, enquanto artesanalmente são utilizados pequenos moinhos de rolo ou de disco que podem ser automáticos ou movidos a manivela. Para cervejarias artesanais, o moedor de disco manual é a opção mais barata. Porém, não apresenta uma moagem homogênea, o tempo de moagem é muito elevado e a limpeza é trabalhosa. O moedor de rolos (figura 4) automático é uma opção melhor por garantir uma moagem mais homogênea em um tempo bem curto (SANTOS, 2016).



Figura 4 - Moinho de disco manual (à esquerda) e moinho de rolo automático (à direita). Fonte: Cerveja de Casa, 2017.

### 1.3.3. Cozimento do malte

Para produção de cerveja são utilizadas leveduras capazes de fazer fermentação alcoólica. Nesse tipo de fermentação a glicose é metabolizada gerando etanol e gás carbônico. Contudo, o malte é rico em amido e as leveduras não são capazes de metabolizá-lo. Durante o cozimento do mosto, também chamado de brassagem ou empastagem (*mashing*), o amido é degradado para produção de açúcares fermentáveis (EBLINGER, 2009).

Células vegetais armazenam glicose na forma de amido, sendo este um grande polímero composto de unidades de glicose. O amido é composto por amilose e amilopectina. A amilose é linear, formada por glicoses com ligação glicosídica  $\alpha$ -1,4. Já a amilopectina é ramificada, possuindo cerca de uma ligação  $\alpha$ -1,6 para cada 30 ligações  $\alpha$ -1,4 (STRYER, 1996). Em geral, 75 a 80% do amido é composto por amilopectina.

Uma importante propriedade do amido para a brassagem é a temperatura de gelatinização (GT). Essa é a temperatura mínima onde há inchaço do amido pela adsorção de água resultando na perda de sua estrutura cristalina. Somente com a adsorção da água o amido pode ser enzimaticamente hidrolisado, portanto deve-se sempre trabalhar acima da GT. Abaixo dessa temperatura só serão hidrolisados grãos que foram danificados durante a moagem ou que foram hidrolisados por enzimas na malteação (EßLINGER, 2009). A temperatura de gelatinização pode variar por diversos fatores, uma faixa de variação pode ser observada no quadro 2.

Quadro 2 - Temperatura de gelatinização para alguns cereais. Fonte: Adaptado de EßLINGER.

Cereal		Número de Amostras	Temperatura de Gelatinização (°C)			Variação (°C)
			Mínima	Máxima	Média	
não maltados	adjunto de cevada	16	65	69	67	4
	adjunto de milho	9	73	79	76	7
	adjunto de arroz	25	67	91	81	24
maltado	malte de cevada	48	58	65	62	7

O malte possui enzimas capazes de degradar o amido. A  $\alpha$ -amilase, uma endoglucosidase, hidrolisa as ligações  $\alpha$ -1,4 internas gerando maltose (2 glicoses com ligação  $\alpha$ -1,4), maltotriose (3 glicoses com ligação  $\alpha$ -1,4) e  $\alpha$ -dextrina (várias unidades de glicose unidas por uma ligação  $\alpha$ -1,6 e várias  $\alpha$ -1,4). A  $\beta$ -amilase hidrolisa o amido a maltose pela remoção sequencial de unidades di-holosídicas das extremidades não redutoras. Já a maltase hidrolisa maltose e maltotriose a glicose (STRYER, 1996).

Além destas, há outras enzimas no malte de importante atuação. Proteases quebram proteínas grandes que turvam a cerveja, peptidases produzem amino-nitrogênio livre (FAN),  $\beta$ -glucanase quebram glucanas, enzimas desramificadoras (*debranching*) auxiliam na solubilização de amidos, dentre outras (PALMER, 2006). Entretanto, as enzimas mais importantes para o cozimento são a alfa e a beta amilase. A figura 5 sintetiza temperatura e pH ótimo de atuação das diferentes enzimas que atuam no cozimento.

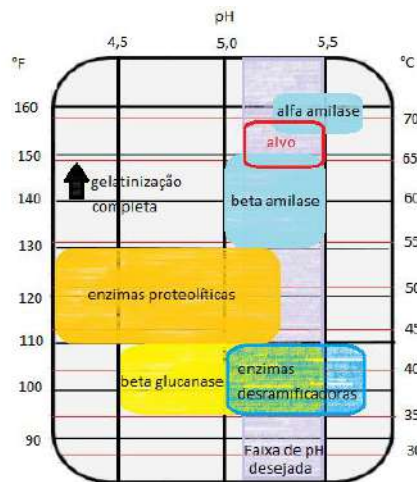


Figura 5 - Temperatura e pH ótimos de atuação das diferentes enzimas envolvidas no cozimento. Fonte: Adaptado de Palmer, 2006.

A faixa de pH ideal é entre 5,1 e 5,5. Geralmente essa faixa é obtida naturalmente, mas um ajuste pode ser necessário. Industrialmente é comum adicionar-se ácido fosfórico e cloreto de cálcio para ajuste de pH, além de algumas enzimas como a  $\beta$ -glucanase para melhorar o processo (PALMER, 2006).

Baseado na atuação das enzimas, há três métodos usuais de brassagem. O mais simples é a infusão de uma etapa. Esse método é muito utilizado tanto industrialmente quanto artesanalmente e funciona bem para a maioria das cervejas. O malte é misturado com água quente e a temperatura é mantida constante. A temperatura ideal é entre 65 e 68°C (acima do GT, com atividade catalítica de alfa e beta amilase). Na brassagem com múltiplas rampas de temperatura obtém-se um melhor rendimento do malte por atingirem-se temperaturas ótimas de atuação de diferentes grupos enzimáticos. O mais usual é trabalhar com 40, 60 e 70°C permanecendo meia hora em cada temperatura. Finalmente, na brassagem por decocção parte do malte é retirado, fervido separadamente e depois devolvido para a brassagem principal. Pode ser feito em uma, duas ou três etapas (HUGHES, 2016). É uma forma de aumentar a temperatura em etapas sem adicionar água.

Após a brassagem, o mosto (parte solúvel) deve ser separado do bagaço. Artesanalmente isso é usualmente feito de três formas. A mais simples é uma filtração para reter o bagaço. Apesar de ser a mais fácil, neste método há perda de açúcares que ficam retidos no bagaço. Os dois outros métodos utilizam técnicas de rinsagem dos

grãos com água quente (*sparge*) para extrair estes açúcares. No método contínuo adiciona-se água na superfície dos grãos na mesma vazão de escoamento de mosto no fundo da cuba. Já no método em série, a água adicionada fica em infusão por vinte minutos na cuba de brassagem. Após o escoamento, o líquido retorna para o mosto para filtrar o resto dos grãos. Esse procedimento pode ser repetido até o líquido escoado ficar límpido. A temperatura da água de *sparge* deve ficar entre 74 e 77°C pois abaixo disso a extração não é eficiente e acima disso pode solubilizar taninos dando adstringência ao mosto (HUGHES, 2016).

Industrialmente esse processo costuma ser feito em um filtro prensa ou em tonel de filtração (*lauter tun*, um tonel de fundo falso com despejo contínuo de água em spray) (EßLINGER, 2009).

#### **1.3.4. Fervura do mosto**

A fervura é a etapa onde o mosto é aquecido a altas temperaturas (próximas de 100°C). É nesta etapa que é feita a adição do lúpulo e demais aditivos (limão, temperos, etc). A fervura tem diversas utilidades. Ela é importante para esterilizar e concentrar o mosto, além de inativar enzimas. Tal inativação é importante para que não se produza uma cerveja supra fermentada com alteração de sabor (HUGHES, 2016).

A fervura deve ser bem controlada. Durante essa etapa deseja-se eliminar proteínas para clarificar o mosto. Contudo, se houver uma coagulação excessiva, proteínas que estabilizam a espuma podem ser eliminadas. Por outro lado, uma coagulação insuficiente leva a formação de cervejas coloidalmente instáveis (EßLINGER, 2009). As proteínas coaguladas formam o *trub*.

O lúpulo confere amargor à cerveja. Ácidos alfa, sabores e aromas são extraídos dele durante a fervura (HUGHES, 2016). Nesse processo há também a eliminação de substâncias aromáticas indesejadas como o dimetil sulfeto (DMS), por isto, deve haver um mecanismo de escape de vapores. Finalmente, há um ajuste da cor do mosto através de reações de Maillard. Nessas reações, açúcares simples e aminoácidos são convertidos a melanoidinas (COELHO, 2013), substâncias que contribuem na formação da cor e do aroma de diversas bebidas e alimentos.

O *trub* formado precisa ser removido para dar leveza e clarificar o mosto. No processo artesanal ele pode ser removido mecanicamente durante a fervura. No final, o mosto deve ser rapidamente resfriado para evitar contaminação e não atrasar o processo. Recomenda-se um resfriador de imersão para tal (HUGHES, 2016). As leveduras da fermentação têm uma temperatura ótima de atuação e não são eficientes em altas temperaturas. Após o resfriamento pode-se ainda filtrar o mosto para retirar partículas remanescentes antes da fermentação. Industrialmente o mosto passa por uma centrífuga ou *whirlpool* para separar o *trub* e depois segue para o trocador de calor.

### 1.3.5. Fermentação e maturação

É durante a fermentação que o mosto se transforma em cerveja. A transformação ocorre devido à fermentação alcoólica das leveduras. A fermentação alcoólica é a via metabólica de produção de energia das leveduras utilizadas para produção de cerveja. Mono e dissacarídeos são metabolizados para produção de energia e como subprodutos etanol e gás carbônico são gerados. Esses subprodutos são excretados pelas células e passam a fazer parte da composição da cerveja. A fermentação é um processo de baixo rendimento energético, pois a maioria da energia contida na glicose original permanece no etanol (TORTORA, 2003). Glicólise e fermentação estão esquematizadas na figura 6.

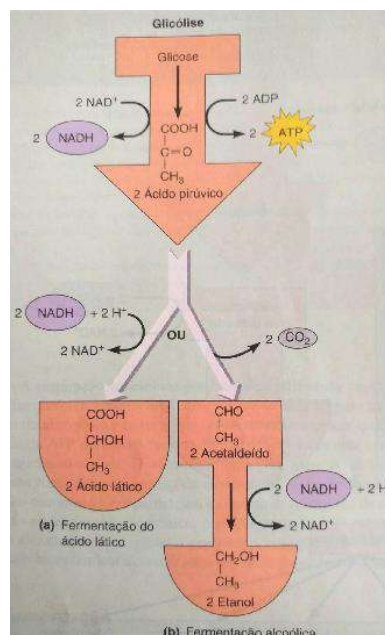


Figura 6 - Glicólise e fermentação. Fonte: Tortora, 2003.

As leveduras utilizadas para produção de cerveja são principalmente de dois tipos: alta fermentação (*Saccharomyces cerevisiae*) e baixa fermentação (*Saccharomyces uvarum* var. *carlsbergensis*, *Saccharomyces bayanus*). Industrialmente, há um reaproveitamento das leveduras para bateladas seguintes e o CO<sub>2</sub> produzido durante a fermentação pode ser recuperado. Artesanalmente, agitar o mosto antes de adicionar a levedura costuma ser suficiente para incorporação de oxigênio.

Há muitos subprodutos da fermentação importantes para a formação do aroma e sabor da cerveja (como álcoois de cadeia longa e ésteres). Há também subprodutos indesejados como o diacetil. Ele é produzido durante a síntese de valina (aminoácido), embora essa produção seja bem reduzida abaixo de 10°C. Deve-se tomar bastante cuidado com a presença do diacetil para que a cerveja não fique com gosto de manteiga, sendo que a concentração máxima recomendada é 0,10 ppm (COELHO, 2013).

Por ser um processo biológico, as condições da fermentação (temperatura, pH, etc.) devem ser ideais para o metabolismo da levedura. Durante a fermentação há uma redução do pH da cerveja de aproximadamente 5,5 para 4,5. Isso ocorre pela formação de ácidos orgânicos através da desaminação de aminoácidos. Uma queda acentuada de pH para valores inferiores a 4,2 deve ser evitada para não ocorrer descaracterização do sabor da cerveja (EBLINGER, 2009). Ocorre também uma redução da densidade. Densidade e pH devem ser acompanhados para o controle da fermentação. Quando a densidade atinge valores constantes, é um indicativo do fim da fermentação.

Há três estágios principais na fermentação. O primeiro é a latência ou adaptação, quando as leveduras estão se adaptando às condições do meio e estão com o metabolismo mais lento. Em seguida vem a fase primária, ou atenuante, quando a levedura se reproduz rapidamente e ocorre maior produção de álcool e gás carbônico. Finalmente vem a fase secundária, ou maturação, quando a levedura já consumiu boa parte dos açúcares fermentáveis e começa a reabsorver subprodutos indesejáveis da fermentação (HUGHES, 2016).

A etapa de maturação é complexa e seu tempo varia de uma cerveja para outra. É nessa etapa que há um refinamento do sabor da cerveja (definição do “*flavour*”), além de degradação de substâncias indesejadas, incorporação de gás carbônico e clarificação

da cerveja. A maturação costuma ocorrer em temperaturas bem baixas para desfavorecer crescimento das leveduras e contaminações além de melhorar a incorporação de gás carbônico. Industrialmente, a maturação ocorre em tanques (geralmente diferente do tanque de fermentação primária), enquanto que artesanalmente a maturação costuma ocorrer na própria garrafa (HUGHES, 2016).

#### **1.3.6. Filtração e envase**

Antes do envase é necessária uma etapa de filtração para remoção de levedura e clarificação da cerveja (a maturação a baixas temperaturas favorece a precipitação de sólidos). Industrialmente, essa filtração é feita em temperaturas próximas de 0°C para aumentar a eficiência da clarificação e na ausência de O<sub>2</sub> para não ocorrer oxidação da cerveja. Artesanalmente, nem sempre ocorre essa etapa de filtração pela dificuldade de evitar a presença de O<sub>2</sub>. Entretanto, quando não há filtração o líquido do fundo contendo as leveduras e precipitados é descartado, havendo perda de produto (HUGHES, 2016).

Como industrialmente a cerveja envasada já está pronta para o consumo essa é uma etapa crítica. Não pode ocorrer incorporação de ar, perda de CO<sub>2</sub>, espumamento excessivo ou contaminação microbológica (COELHO, 2013). Artesanalmente a cerveja ainda precisa maturar dentro da garrafa, então, para que ela atinja o nível certo de carbonatação, adiciona-se açúcar extra para o *priming* (adição de açúcar fermentável visando a refermentação dentro da garrafa) imediatamente antes do envase (HUGHES, 2016). A quantidade de açúcar necessário varia com o tipo de açúcar e nível de carbonatação desejado na cerveja, como mostrado no quadro 3.



Quadro 3 - Quadro de carbonatação para priming. Fonte: Adaptado de Hughes, 2016.

Quadro de Carbonatação para Priming				
Estilo de Cerveja	CO <sub>2</sub> (volume por volume de cerveja)	Açúcar de milho (gramas por litro de cerveja)	Açúcar de cana (gramas por litro de cerveja)	DME (gramas por litro de cerveja)
Lager clara, bock, pale ale e cerveja de frutas	2,5	7,4	6,5	8,4
Amber lager, híbridas claras e âmbar	2,4	7	6,1	7,9
Lager escura	2,6	7,9	6,9	8,9
IPA, suave, herbáceas e com especiarias	2	5,1	4,5	5,8
Sour e lambic ales, de trigo e de centeio	3,75	13,2	11,5	14,9
Amarga	1,5	2,8	2,5	3,2
Strong ale	1,9	4,7	4,1	5,3
Brown ale	1,75	4	3,5	4,5
Vinho de malte	1,8	4,2	3,7	4,8
Stout e porter	2	5,1	4,5	5,8

## 1.4. Cerveja Pilsen

### 1.4.1. Origem

A cerveja Pilsen tem origem na cidade de Plzeň, da região da Boêmia, na atual República Tcheca. Inicialmente, variedades deste tipo de cerveja eram elaboradas por guildas de produtores por volta de 1840 (ALVES, 2014).

Em 1838 o cenário era de cervejas de baixa qualidade, disparidade de preços e a ameaça de cervejas importadas de maior qualidade e menor preço se consolidando no mercado local. Em janeiro de 1839, um comitê de cidadãos influentes selou um acordo para a construção de uma nova cervejaria, com o arquiteto Martin Stelzer como responsável (PILSNER URQUELL, 2017).

O responsável pela produção seria o visionário cervejeiro bávaro Josef Groll (figura 7), que combinou novas técnicas e utilizou dos excelentes recursos oferecidos pela região: o malte de cevada claro, o lúpulo local Saaz, a água mole de Plzeň e escolheu uma levedura de baixa fermentação (lager). Batizada com o nome da cidade, nascia a cerveja Pilsen (PILSNER URQUELL, 2017).

A primeira leva foi produzida em 5 de outubro de 1842. Cinco semanas depois, foi consumida pela primeira vez. Era uma cerveja de cor dourada, refrescante, clara e leve, com notas de caramelo, aroma e amargor do lúpulo equilibrados. A nova criação se tornou um sucesso imediato (PILSNER URQUELL, 2017). A cervejaria posteriormente seria batizada de Pilsen Urquell (figura 8), significando, literalmente “cerveja original de Pilsen” e se tornaria um ponto turístico na cidade, produzindo até os dias atuais a receita original. Não demorou para a cerveja Pilsen ser importada pelos alemães e se espalhar pela Europa (GLOBO, 2016).



*Figura 7 - Josef Groll, criador da cerveja Pilsen. Fonte: plzen.eu, 2013.*



*Figura 8 - A atual garrafa da Pilsner Urquell. Fonte: msed.vse.cz, 2017.*

### 1.4.2. Características

Sensorialmente, a cerveja do tipo Pilsen pode ser descrita como clara, límpida, suave, de cor dourada e espuma cremosa. Tecnicamente, conforme o decreto nº 6.871 de 4 de junho de 2009, se encaixa nas classificações:

- Lager: cerveja de baixa fermentação;
- Cerveja leve: extrato primitivo entre 5% e 10,5% em peso;
- Cerveja clara: menos de 20 unidades EBC (European Brewery Convention)
- Alcoólica: teor alcoólico superior a 0,5% (as cervejas Pilsen tradicionalmente possuem teor alcoólico entre 3% e 5%);
- Teor de extrato final baixo: até 2% em peso; (SINDICERV, 2007)

Adicionalmente, a Pilsen original segue a Lei de Pureza Alemã (em alemão, Reinheitsgebot), promulgada em 1516 pelo Duque Wilhelm IV (Guilherme IV) da Baviera (figura 9), com o objetivo inicial de não apenas garantir a qualidade e o preço da cerveja, como também evitar que os padeiros tivessem que competir com os cervejeiros pela utilização de trigo e centeio, cereais valiosos e escassos na época. A lei regulamentava o uso de apenas três ingredientes na produção de cerveja, excetuando-se a levedura: água, malte de cevada e lúpulo (BBC NEWS, 2016).



Figura 9 - Duque Wilhelm IV, promulgador da Lei de Pureza Alemã. Fonte: Brookston Beer Bulletin, 2016.

### 1.4.3. A Pilsen no Brasil

Acredita-se que a cerveja poderia ter chegado ao Brasil graças a Maurício de Nassau, durante seu governo da colônia holandesa no Nordeste, entre 1637 e 1644, dada a sua origem germânica. Porém, não há registros históricos desta informação.

Comprovadamente, foi com a vinda da família real para o Brasil e a posterior abertura dos portos às nações amigas, em 1808, que inaugurou no país o hábito de beber cerveja, com a chegada dos primeiros carregamentos de cerveja em barricas importadas da Inglaterra. Até então, a bebida alcoólica mais consumida era a cachaça (GLOBO, 2016).

A primeira notícia sobre a fabricação da cerveja no Brasil surgiu em 1836, e em 1850 já haviam várias fábricas instaladas sobretudo nos estados do Rio de Janeiro e do Rio Grande do Sul. Com o fim da Lei Seca nos Estados Unidos, em 1933, cenário onde o maquinário das cervejarias se encontrava nas mãos de poucos produtores, a produção do estilo Pilsen foi favorecida por sua característica leve, refrescante e menos alcoólica. A tendência se refletiu na produção brasileira, e o estilo se popularizou por combinar com o paladar local (GLOBO, 2016).

O clima tropical contribuiu para o favoritismo de uma cerveja suave e própria para se consumir gelada. O baixo teor alcoólico, se comparado com outros estilos e outras bebidas favoreceu o *drinkability*, termo utilizado popularmente para descrever uma bebida agradável, fácil de consumir em maiores quantidades. Este caráter agradável combinou perfeitamente com o tradicional espírito caloroso do brasileiro, e a cerveja se tornou a bebida de escolha para acompanhar todo tipo de evento social (GLOBO, 2016).

#### **1.4.4. Alterações na receita Pilsen**

Devido à escassez de cevada para atender à demanda das fábricas, passou-se a utilizar cereais não maltados, em particular o milho, na produção. Isto fez com que não mais fosse possível descrever estas cervejas como Pilsen, e deu origem a um outro estilo, que tomou a receita tcheca como inspiração. Este novo tipo de cerveja, originado nos Estados Unidos, foi denominado American Lager, e se tornou o estilo mais famoso de cerveja no mundo.

No Brasil, o uso destes cereais trouxe o barateamento da bebida e favoreceu ainda mais o seu consumo em maiores quantidades. As marcas mais consumidas no mercado brasileiro se encaixam melhor nesta categoria, ainda que por vezes sejam chamadas popularmente de Pilsner. Características comuns à American Lager são a cor

mais amarelada, se comparada ao dourado da Pilsen (figura 10) e sabor e aroma ainda mais sutis (GLOBO, 2016).



Figura 10 - Lado a lado, as cervejas estilo American Lager e Pilsner. Fonte: Adaptado de Primer Magazine, 2012.

## 1.5. O mercado brasileiro de cerveja

### 1.5.1. Panorama

O Brasil tem se consolidado no cenário mundial como um dos maiores produtores de cerveja, tendo atingido a terceira colocação dos países com maior consumo total, ultrapassando os 14 bilhões de litros e ficando atrás apenas da China e dos Estados Unidos. Entre os países com maior consumo per capita, o Brasil figura entre os vinte primeiros, com 62 litros por habitante anualmente (SEBRAE, 2014).

A produção brasileira de cerveja é dominada atualmente por três grandes empresas, Ambev, Heineken e Grupo Petrópolis, representando 98,4% do mercado. Produtoras de pequeno e médio porte encontram-se em crescimento no território nacional, com cerca de 200 microcervejarias em 2013, e tendo sua fatia de mercado aumentada de apenas 0,15% para os atuais 1,6% (MATOS, 2011). Esta distribuição pode ser observada no gráfico 1.

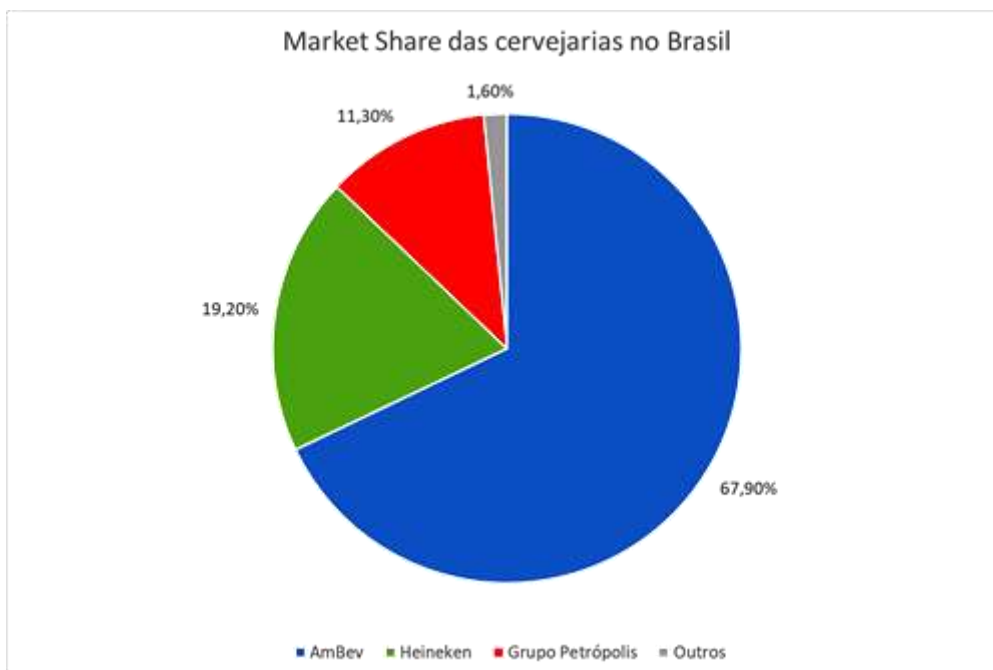


Gráfico 1 - Market Share das cervejarias no Brasil. Fonte: Gazeta do Povo, 2017.

Os produtores de menor proporção concentram-se principalmente nas regiões Sul e Sudeste, sendo o estado de São Paulo o que conta com o maior número de cervejarias, representando 26% do total, seguido de Rio Grande do Sul (15%), Minas Gerais (14%), Santa Catarina (8%), Paraná (8%) e Rio de Janeiro (8%), como é possível observar no gráfico 2 (SEBRAE, 2014).

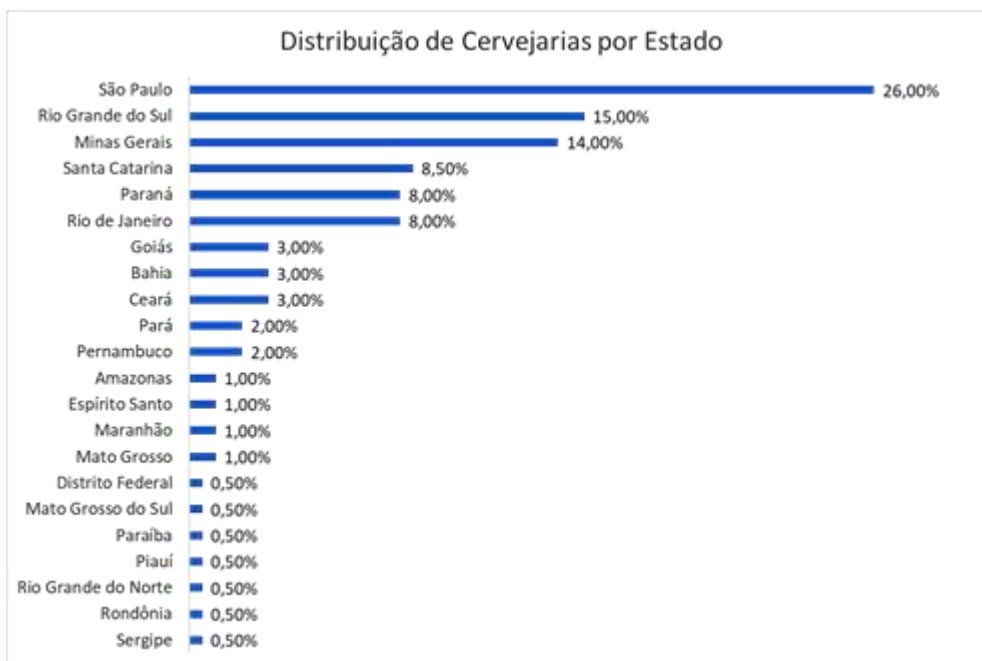


Gráfico 2 - Distribuição de cervejarias por estado no Brasil. Fonte: Adaptado de SEBRAE, 2014.

### 1.5.2. Os grandes produtores

Conforme descrito anteriormente, é possível afirmar que três empresas dominam de forma significativa o mercado de cerveja no Brasil. Convém analisar um pouco sobre cada uma:

#### AmBev

Maior empresa produtora de cerveja no Brasil, foi fundada em 1999 em São Paulo, pela fusão das duas maiores cervejarias brasileiras até então, Antarctica e Brahma. É parte do grupo AB InBev, maior produtor de cerveja mundial, que por sua vez nasceu em 2008 da aquisição do grupo americano Anheuser-Busch pela InBev, empresa formada pela fusão em 2004 da empresa belga Interbrew e a brasileira AmBev. Detentora das marcas Antarctica, Brahma, Skol, Bohemia, Caracu, Colorado, Budweiser, Stella Artois, Corona, Quilmes, Franziskaner, dentre outras, conforme pode ser observado na figura 11 (AMBEV, 2017).



Figura 11 - Marcas do grupo AmBev. Fonte: Adaptado de Gazeta do Povo, 2017.

#### Heineken

Segundo lugar entre os grandes produtores no mercado brasileiro, a Heineken foi fundada em 1864 em Amsterdã e se estabeleceu no Brasil em 2010, com a aquisição da divisão de cerveja da empresa mexicana FEMSA. Ocupou o posto de detentor da quarta maior fatia do mercado até o início de 2017, quando anunciou a compra da Brasil Kirin, dona da terceira maior parte, tornando-se o segundo maior player do mercado brasileiro. É dona das marcas Heineken, Bavaria, Kaiser, Sol, Amstel, Desperados, Xingu, Schin,

Devassa, Eisenbahn, Cintra, Glacial, Baden Baden, dentre outras, como é possível observar na figura 12 (HEINKEN BRASIL, 2017).



Figura 12 - Marcas do grupo Heineken. Fonte: Adaptado de Gazeta do Povo, 2017.

### **Grupo Petrópolis**

O detentor do terceiro maior market share brasileiro é o Grupo Petrópolis. Fundado em 1994 na cidade de Petrópolis, na região serrana do Rio de Janeiro, é a única grande empresa com 100% do capital nacional dentre as grandes produtoras. Presente por todo o território nacional, com a produção localizada em sete fábricas nas cidades de Petrópolis/RJ, Teresópolis/RJ, Boituva/SP, Bragança Paulista/SP, Rondonópolis/MT, Alagoinhas/BA e Itapissuma/PE. É dona das marcas Itaipava, Crystal, Lokal, Petra, dentre outras, como visto na figura 13 (GRUPO PETRÓPOLIS, 2017).



Figura 13 - Marcas do Grupo Petrópolis. Fonte: Adaptado de Gazeta do Povo, 2017.



### 1.5.3. As principais marcas

Conhecidos os principais produtores em território brasileiro, convém analisar também as marcas mais consumidas nacionalmente. As marcas do grupo AmBev contam com fortíssima presença no mercado, seguido de marcas da Heineken (contando atualmente com a incorporação da Brasil Kirin) e do Grupo Petrópolis, conforme descrito no quadro 4.

*Quadro 4 - Participação (%) das marcas no mercado brasileiro. Fonte: Adaptado de Euromonitor International, 2016.*

Marca	Empresa	2011	2014
Skol	AmBev	29,5	28,6
Brahma	AmBev	16,1	15,7
Nova Schin	Kirin	13,4	11,6
Antarctica	AmBev	10,7	10,4
Itaipava	Petrópolis	7,0	7,5
Kaiser	Heineken	5,4	5,0
Crystal	Petrópolis	3,5	3,9
Bohemia	AmBev	1,6	2,2
Bavaria	Heineken	1,8	1,7
Chopp Brahma	AmBev	1,0	1,5
Outras	-	10,0	11,9
<b>Total</b>	-	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

#### **Skol**

A Skol é uma marca de cerveja de propriedade da empresa dinamarquesa Carlsberg e licenciada para fabricação em território brasileiro pela AmBev. Possui corpo claro, aroma, sabor e amargor suaves. É atualmente a cerveja mais vendida no país, tendo como principal marca a ideia de ser uma cerveja jovem e inovadora. Foi pioneira em 1971 com o lançamento da primeira cerveja em lata do país, confeccionada em folha de flandres. Em 1989, trouxe ao mercado a primeira lata de alumínio, sendo inclusive a responsável pela criação da abertura redonda na lata, aprovada pelo consumidor e adotada por outras marcas (CARVALHO, 2008).

A inovação novamente foi o objetivo da marca em 2002, quando lançou a cerveja Skol Beats. Ainda mais suave e em garrafa transparente de design sinuoso inovador, foi veiculada principalmente para o público frequentador da vida noturna, como festas e boates.

Foi ainda a responsável pela adoção de outras embalagens como o “latão” de 473 mL, a garrafa “big neck” (uma garrafa long neck de 500 mL e gargalo mais largo) e da tampa “abre fácil” para long neck tradicional, que colaborou para a popularização do

consumo da embalagem, por dispensar o uso de um abridor de garrafas. (CARVALHO, 2008). Alguns dos formatos da cerveja Skol podem ser observados na figura 14.



*Figura 14 - Formatos populares da marca Skol. Fonte: Site oficial, 2017.*

### **Brahma**

Fundada no Rio de Janeiro em 1888 pelo suíço Joseph Villiger, a Brahma hoje é também uma marca do grupo AmBev, tem aspecto claro, brilhante e sabor suave (AMBEV, 2017). Se tornou uma das maiores marcas do Brasil por sua popularidade em bares, sobretudo na forma de Chopp, o que levou à associação da marca com este formato, hoje chamada Brahma Chopp.

Foi lançada em barril ainda em 1888, em garrafa de 600 mL em 1934, em garrafa de 300 mL em 1967, em lata em 1972 e em long neck em 1993 (CARVALHO, 2008). Hoje, a Brahma está disponível na maioria dos formatos de embalagem utilizados pela AmBev.

Além da Brahma Chopp, a empresa conta também com outros estilos (figura 15), como a linha Brahma Extra, que conta com os estilos lager, red lager e weiss, a Brahma Malzbier e a cerveja sem álcool Brahma Zero. O chopp dos estilos claro e escuro são referência pelos bares em todo o país, e o slogan “A cerveja número um” estampa as propagandas da marca, que é patrocinadora de eventos de grande porte como a Oktoberfest, e marcou gerações com comerciais dos temas “praia”, “bar” e “futebol” (BRAHMA, 2017).



Figura 15 - Linha de produtos da Brahma. Fonte: Site oficial, 2017.

### **Schin**

Marca que pertencia anteriormente à Brasil Kirin, com a compra da empresa pela Heineken Brasil em 2017, a marca passa a integrar a linha de produtos do grupo holandês. Conhecida por ganhar mercado por seguir uma estratégia de preço atrativo, a Schin é uma cerveja popular, simples e democrática. Originalmente adotando o nome completo Schincariol, procurou se reformular ao longo dos anos, lançando a edição Nova Schin e posteriormente adotando apenas o nome Schin, lançou também a Primus, procurando segmentar o mercado, e uma edição limitada com um mix de tequila e limão, chamada NS2 (CARVALHO, 2008). Está disponível em diversos formatos no mercado, como é possível observar na figura 16.



Figura 16 - Formatos de embalagem da marca Schin. Fonte: Site oficial, 2017.

### **Antarctica**

Lançada em 1888, hoje a marca faz parte do grupo AmBev e é uma das cervejas mais tradicionais do país, sendo a preferida do público carioca e patrocinador oficial do Carnaval carioca. A cerveja divide a empresa de origem com marcas de bebidas não alcoólicas consolidadas, como a Soda Limonada, a Água Tônica e o Guaraná Antarctica

(CARVALHO, 2008). Atualmente a marca está presente no mercado com diversos rótulos (figura 17), são eles: Antarctica, Antarctica Malzbier, Antarctica Cristal, Original, cerveja produzida antigamente pela Companhia Adriática, antes da aquisição da mesma pela Antarctica, e a edição especial Antarctica Sub-Zero, que oferece refrescância extra graças a um processo de dupla filtração a  $-2^{\circ}\text{C}$  (AMBEV, 2017).



Figura 17 - Linha de produtos da marca Antarctica. Fonte: AmBev, 2017.

### **Itaipava**

Cerveja produzida pelo grupo Petrópolis, foi lançada em 1994, recebendo o nome do bairro na cidade serrana, possui aspecto claro, leve e refrescante. Segue o mesmo estilo das cervejas normalmente consumidas no Brasil, com comercialização em lata e garrafas de diversos tamanhos. Está presente no mercado com as linhas Itaipava Pilsen, Itaipava Malzbier, Itaipava Premium, Itaipava Chopp, Itaipava Chopp Escuro, Itaipava Chopp Black e a cerveja sem álcool Itaipava Zero (figura 18) (GRUPO PETRÓPOLIS, 2017).



Figura 18 - Linha de produtos da marca Itaipava. Fonte: Grupo Petrópolis, 2017.

#### **1.5.4. O cenário das microcervejarias**

Como descrito no item 1.1 deste trabalho, o segmento de cerveja artesanal encontra-se em expansão no setor cervejeiro nacional, com crescimento substancial da produção e expectativa de aumento na participação de mercado no setor. A seguir, são exemplificadas algumas das cervejarias que têm se destacado em cenário nacional.

##### **Amazon Beer**

A Amazon Beer é uma cervejaria de Belém do Pará (PA) cujo lema é inovação. Aproveitando-se dos sabores únicos da região, a empresa possui em seu portfólio cervejas com adjuntos, particularmente frutos típicos, como o açaí, o bacuri, o cajá e o cupuaçu. Conquistou diversos prêmios como reconhecimento por seus produtos diferenciados, com destaque para o prêmio de Melhor Cerveja do Brasil 2014, concedido à sua Stout Açaí (AMAZON BEER, 2017).

##### **Baden Baden**

Localizada em Campos do Jordão (SP), é uma das microcervejarias mais premiadas do Brasil, nomeada a diversos prêmios e reunindo 14 títulos conquistados. Dentre eles, o título de melhor cerveja do mundo concedido à Baden Baden Witbier no International Beer Challenge 2015. Atualmente possui quinze rótulos lançados no mercado, e foi consolidada como a primeira cerveja gourmet do Brasil em um evento de harmonizações promovido em 2004, com presença de chefs renomados. Atualmente é parte do grupo Heineken (BADEN BADEN, 2017).

##### **Brassaria Ampolis**

Fundada no Rio de Janeiro (RJ) por três sócios, sendo um deles Sandro Gomes, filho do ator e humorista Mussum, a cervejaria presta homenagem ao apreciador de cervejas e ícone da comédia brasileira. Com uma política que prega leveza e bom humor, a empresa assumiu como missão elevar o nível das cervejas bebidas no Brasil (BRASSARIA AMPOLIS, 2017).

##### **Coruja**

A cervejaria, iniciada em 2004 em Porto Alegre (RS), hoje está disponível também em Santa Catarina, Brasília, Minas Gerais, Paraná, São Paulo e Rio de Janeiro, e continua sua expansão pelo país. Com mais de dez rótulos lançados, dentre eles linhas

em parceria com outras cervejarias e alguns rótulos assinados por artistas, a empresa conta com uma choperia e um espaço dedicado à cultura cervejeira (CERVEJA CORUJA, 2014).

### **Colorado**

Natural de Ribeirão Preto (SP), a cervejaria é responsável por alguns dos rótulos mais expressivos dentre as cervejas especiais do Brasil, o que despertou o interesse do grupo AmBev em incorporar a marca ao seu portfólio de produtos. Conquistou visibilidade e reconhecimento com suas cervejas premiadas, com adjuntos como o café, a mandioca, o mel, a rapadura, a castanha do Pará, a uvaia, o caju, a graviola e as frutas vermelhas. Com uma grande variedade de rótulos, foi uma das cervejarias artesanais que chegou mais longe no mercado (CERVEJARIA COLORADO, 2017).

## **2. Justificativa**

As cervejas elaboradas pelos grandes produtores mundiais são igualmente de bom padrão, com água tratada, matérias primas de qualidade, porém acabam perdendo sua individualidade, pois seus sabores, texturas e aromas são quase sempre os mesmos.

Na contramão desta enorme indústria cervejeira, vêm ganhando espaço as pequenas cervejarias e os pequenos produtores de cervejas artesanais. Este tipo de cerveja é apreciado pelo consumidor mais exigente que procura um produto diferenciado, como uma cerveja gourmet com ingredientes especiais na sua formulação, com sabores e aromas que não são encontrados na cerveja tradicional.

Dados da Associação Brasileira de Indústria de Cerveja (CERVBRASIL,2015) mostram que a produção de cerveja no Brasil em 2014, alcançou o patamar de 140 milhões de hectolitros (mi hL) colocando o Brasil em terceiro lugar no ranking mundial, atrás apenas da China (460 mi hL) e dos EUA (221 mi hL) e na frente da Alemanha (95 mi hL) e da Rússia (78 mi hL), considerados grandes consumidores do produto.

No entanto, dados mais recentes referentes à produção de cerveja no Brasil no ano de 2016, revelam que o setor produziu 12,1 bilhões de litros com uma retração causada pela desaceleração da economia no país (CERVBRASIL, 2016).

Em alta, mesmo na crise, encontra-se o segmento de cervejas especiais. Segundo dados do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, até o mês de junho de 2017 já existiam 610 cervejarias registradas no Brasil e de julho até novembro

foram realizados 65 novos registros. Este crescimento acentuado de estabelecimentos está relacionado principalmente à abertura de microcervejarias ou cervejarias artesanais.

Segundo dados do Instituto da Cerveja, o segmento de cervejas artesanais ainda é pequeno em relação às cervejas tradicionais, representando 0,7% do setor cervejeiro. No entanto, devido à crescente demanda destas cervejas diferenciadas, estima-se que até 2022 este percentual aumente para 9%.

Considerando a crescente demanda por cervejas especiais para atender a um consumidor mais exigente, que busca um produto diferenciado, este trabalho trata da elaboração de duas cervejas artesanais elaboradas com mel e aditivos com sabor refrescante: a primeira elaborada com adição de chá verde e a segunda com limão siciliano e hortelã. A intenção é criar duas cervejas de paladar agradável e regelante, que combinem com o clima do Rio de Janeiro e que sejam diferentes de outras do mercado. O trabalho analisa os efeitos da utilização dos ingredientes em substituição parcial do malte e do lúpulo e como aromatizantes naturais da cerveja.

### **3. Objetivos**

O trabalho teve como objetivo principal o desenvolvimento de receitas de cerveja artesanal, estilo *Czech Pilsen* de sabor original e refrescante. Para tal, modificações na receita base foram propostas através da adição e combinação de adjuntos, gerando uma bebida fermentada mista de cevada e mel. Com base nesses conceitos os seguintes pontos foram levantados como objetivos:

- Produzir duas receitas de cerveja artesanal refrescantes, em escala laboratorial, conduzindo o processo em condições ótimas de produção artesanal;
- Analisar as características físico-químicas de ambas as receitas, fazendo o acompanhamento ao longo da fermentação, além do produto acabado. Tais análises incluem pH, densidade, concentração de glicose, maltose, etanol, ácido acético e ácido butírico;
- Realizar a análise sensorial e de aceitação de ambas as receitas desenvolvidas por possíveis consumidores;
- Calcular o custo de produção e a viabilidade econômica de ambas as receitas criadas.

## 4. Metodologia de produção

### 4.1. Escolha da receita

Para a escolha da receita foram ponderadas algumas questões. Em especial, questões relativas aos aspectos climáticos do estado do Rio de Janeiro. Desta forma, uma cerveja que fosse leve e refrescante seria a ideal. Nesse sentido foi escolhida a “*Czech Pilsner*” dita uma “*Pilsen* clara e refrescante possui sabor e aroma peculiares – ambos picantes e florais -, conferidos pelo lúpulo tcheco Saaz.” (HUGHES, 2016).

### 4.2. Receita escolhida

A receita original *Czech Pilsner* foi extraída do livro *CERVEJA FEITA EM CASA* – Hughes, Greg – PubliFolha, 2016. p: 90-91. Nela são utilizados na brassagem 11,6 litros de água e 4,66 Kg de malte Pilsen a uma temperatura de 65°C durante um tempo de uma hora. Em seguida passa-se para a etapa de fervura onde o volume é completado para 27 litros de água em temperatura de fervura durante 1 hora e 15 minutos. Nessa etapa é adicionado gradualmente o lúpulo. O lúpulo é o Saaz 4,2% e deve ser adicionado 46g no início da fervura, 19g nos últimos 10 minutos de fervura e mais 19g ao desligar a fervura. Totalizando assim 84g de lúpulo adicionado. Nos últimos 15 minutos de fervura deve-se adicionar, também, o agente clarificante. Essas quantidades rendem 23 litros de cerveja. Passa-se então para a etapa de fermentação, onde é utilizada, depois de ativada, a levedura Wyeast 2001 Urquell Lager. Deixa-se fermentar a 12°C por aproximadamente uma semana e condiciona-se a 3°C por mais quatro semanas (HUGHES, 2016).

### 4.3. Produção laboratorial

Para a produção laboratorial foram feitas algumas modificações na receita original visando obter uma maior refrescância e leveza na cerveja. Devido a essas modificações foram produzidas duas receitas, variando os adjuntos adicionados.

A primeira cerveja foi batizada de **Bierne Green** e adicionou-se mel e chá verde à receita. Já a segunda foi chamada de **Bierne Fresh** e adicionou-se mel, hortelã, limão



siciliano e gengibre à receita. Após a primeira análise sensorial, realizada após a primeira batelada, o gengibre foi retirado devido à sua baixa aceitação.

Foram feitas duas bateladas para cada tipo de receita, e, após cada batelada, foi feita uma análise sensorial para mensurar a aceitação da receita pelo público. O processo de produção das duas receitas seguiu os mesmos procedimentos padrões, salvo algumas pequenas modificações, tendo como base a receita original acima descrita, variando apenas quanto a adição dos adjuntos.

#### **4.3.1. Brassagem e fervura**

Para a fabricação das bebidas foram utilizadas duas principais técnicas: a *all-grain* e a BIAB (*brew in a bag*). Ambas utilizam malte moído na etapa de brasagem. Entretanto, na BIAB, o malte moído é colocado dentro de um saco poroso de tecido atóxico (*grain-bag*) durante o preparo do mosto. Dessa forma a remoção dos resíduos de malte é feita mais facilmente. A técnica *all-grain* não utiliza sacos de tecido, dificultando a separação dos resíduos e do mosto. Foram utilizados nesta etapa *grain-bags*, *hop-bags* (similares aos *grain-bags* só que com menor dimensão) e balanças analíticas para a pesagem dos ingredientes.

A brassagem e fervura foram realizadas em panelas (caldeirões) de aço inox com volume equivalente a 10 litros. Foram utilizados ainda bicos de Bunsen para aquecimento da mistura e escumadeiras para a agitação durante a brassagem. Todos estes equipamentos foram sanitizados com soluções de etanol 70% v/v.

A água utilizada no processo deveria ser a mais “mole” possível. Dessa forma foi escolhida a água comercial, da fabricante Nestlé, marca Pureza Vital.

Para a produção das cervejas, a água foi aquecida até a temperatura de 65°C. Depois, com a utilização do *grain-bag*, foi adicionado o malte Pilsen alemão WEYERMANN, previamente moído, na panela inox contendo a água aquecida, permanecendo assim por uma hora. Durante esse período a temperatura foi monitorada frequentemente e a mistura homogeneizada de tempos em tempos. Ao final da brassagem, o *grain-bag* foi espremido e lavado com água quente (*sparge*) visando a maior recuperação do líquido que poderia ter sido absorvido em parte pelos grãos do malte.

Ao final da brassagem o *grain-bag* contendo os resíduos de grãos do malte foi removido, mais água quente foi adicionada à mistura e a temperatura elevada até a temperatura de fervura, 90°C. A fervura se deu por 1 hora e 15 minutos conforme a receita original e durante esse período foram adicionados mel e agente clarificante e, com o auxílio de um *hop-bag*, lúpulo, folhas de chá verde (Bierne Green) e folhas de hortelã, raspas de limão siciliano e gengibre (Bierne Fresh). Após esse período de fervura, o *hop-bag* foi retirado e o mosto foi resfriado com o auxílio de uma serpentina e banho de gelo até uma temperatura de 25°C. Na segunda batelada da cerveja Bierne Fresh, foi retirado o gengibre em virtude do *feedback* negativo do ingrediente na análise sensorial.

#### **4.3.2. Fermentação**

Para a etapa de fermentação foram utilizados baldes de fermentação de plástico com capacidade nominal para 12 litros cada um. Todos os baldes possuíam *airlocks* (espécie de válvula ajustada com tampão ou anel de borracha, no alto do fermentador vedado, que deixa o dióxido de carbono sair conforme cresce a pressão durante a fermentação, mas evita que as bactérias presentes no ar alcancem o mosto). Todos os equipamentos foram sanitizados com solução de etanol 70% v/v.

A transferência do mosto das panelas de cada uma das brassagens foi realizada da mesma maneira. Uma etapa de filtragem foi realizada na passagem do mosto da panela de fervura para o balde de fermentação. Nessa filtragem foram utilizados um funil de vidro e um tecido de filtro feito do mesmo material do *grain-bag*, ambos previamente sanitizados com a solução de etanol 70% v/v.

Para a etapa de fermentação de ambas as receitas foi utilizada a levedura seca SAFLAGER W-34/70 de baixa fermentação, de origem alemã, muito utilizada na produção de cervejas lager.

Para a ativação da levedura foram pesadas, numa balança analítica, com o auxílio de um béquer, 3,5g de levedura. Essa massa de levedura foi então adicionada num outro béquer contendo 50 mL de água a 35°C, a mistura foi então homogeneizada mantendo-se essas condições por 10 minutos. Depois disso a levedura ficou em repouso por um tempo e foi então adicionada ao mosto a temperatura ambiente (em torno de

25°C). Antes de adição de levedura coletou-se uma amostra para medição de densidade, pH e análise em HPLC.

Ambas as receitas fermentaram durante uma semana a uma temperatura de aproximadamente 15°C. O controle de temperatura foi feito através de termostato. Foi realizado o controle do processo, sendo sua densidade medida diariamente até sua estabilização. Dava-se por estabilizada a densidade que tivesse seu valor repetido durante três dias consecutivos, excluindo-se possíveis erros de leitura do aparelho. Para medir a densidade foi utilizado um refratômetro (aparelho que mede a densidade com base no índice de refração da substância), visto que a densidade foi medida em todos os dias da fermentação e esse instrumento só necessita de uma gota para a análise, evitando assim desperdício de produto. Na última batelada, foram retiradas amostras da cerveja em dias alternados para análise de pH e HPLC.

#### **4.3.3. *Priming* e envase**

Após o final da fermentação, o produto foi novamente filtrado com o auxílio de um funil de vidro e um tecido filtrante do mesmo material e porosidade do *grain-bag*. Tanto o funil quanto o tecido foram sanitizados com solução de etanol 70% v/v. A filtração tinha como objetivo a remoção de resíduos de crescimento da levedura e quaisquer materiais suspensos.

A carbonatação (produção de gás carbônico) foi realizada da mesma maneira para as duas receitas no momento do envase. Foi realizada por meio da adição de açúcar invertido como *priming*. O açúcar escolhido foi a sacarose, que foi homogeneizada em água destilada e fervido por 10 minutos, para então ser adicionado ao fermentado, que foi em seguida envasado. Na primeira batelada foi utilizado 7g/L e na segunda foi utilizado 8g/L de *priming*.

Para o envase foram utilizadas garrafas de cor âmbar de volume igual a 600 mL. Essas garrafas foram lavadas e esterilizadas em autoclave. A transferência do conteúdo dos fermentadores, com a adição do *priming*, foi feita através de mangueiras, também esterilizadas, ligadas às torneiras dos fermentadores, que foram inclinados com o objetivo de minimizar a formação de bolhas. As garrafas foram então lacradas, com

tampinhas de metal, manualmente e individualmente através da utilização de um arrolhador e foram então acondicionadas para a maturação.

#### **4.3.4. Maturação e acondicionamento**

Após o envase as garrafas de ambas as receitas foram acondicionadas e deixadas para a maturação. A maturação foi realizada nas próprias garrafas e durou entre três e quatro semanas. Na primeira batelada a maturação e acondicionamento foi realizado por quatro semanas a 4°C. Já na segunda a maturação e o acondicionamento foram realizados por 3 semanas a uma temperatura um pouco mais elevada, em torno de 10°C, visando uma refermentação mais eficiente. Após o período de maturação e acondicionamento, foram feitas análises sensoriais, oferecendo amostras e apresentando perguntas para avaliar, além da percepção de aromas e sabores, a aceitação das cervejas pelo público.

#### **4.3.5. Cálculo de teor alcoólico e amargor**

Como dito anteriormente, foi utilizado um refratômetro para medir a densidade das amostras de cerveja. Sabe-se que álcool e CO<sub>2</sub> distorcem a refração da luz induzindo um erro na leitura do refratômetro, principalmente nos estágios finais da fermentação onde as concentrações de ambos são maiores. Assim, optou-se por utilizar uma ferramenta de cálculo online (onebeer) para fazer essa correção de leitura e estimar o teor alcoólico das cervejas.

Essa foi uma boa oportunidade para testar a confiabilidade dessa ferramenta utilizada por inúmeros cervejeiros caseiros, visto que o teor alcoólico também foi calculado por HPLC posteriormente. Para o cálculo são necessários valores de densidade inicial (antes de adicionar a levedura) e densidade final da fermentação, considerando-se as correções de temperatura (quadro no anexo).

Para a medida de amargor da cerveja calculou-se o IBU, definido como um miligrama de alfa ácido dissolvido em um litro de cerveja. Utilizou-se a seguinte fórmula (NASCIMENTO, 2017).

$$\text{IBU} = W_h \times \text{AA}\% \times U_{aa} / (V_w \times 1.34)$$

Onde “Wh” é a massa de lúpulo em onças, “%AA” é o percentual de alfa ácido do lúpulo (informado pelo fabricante), “Uaa” representa a eficiência do %AA do lúpulo durante a fervura e “Vw” é o volume do mosto em galões. Recomenda-se assumir uma eficiência de 30% para a utilização do AA durante a fervura ( $Uaa = 0,3$ ).

## **5. Resultados e discussões**

Foram feitas análises sensoriais para as duas bateladas. Na análise, cada participante recebia dois copos de café contendo cerveja. No copo estava escrito apenas 1 ou 2 de modo que o participante não soubesse qual cerveja estava experimentando. Todos recebiam um termo de responsabilidade e uma ficha de avaliação para preencher (no anexo) e eles não podiam conversar entre si. Além da cerveja, era oferecido água e biscoito salgado para melhorar a experiência. As duas degustações foram feitas na UFRJ e contaram com 50 participantes cada.

### **5.1. Análise sensorial**

#### **5.1.1. Primeira batelada**

##### **Perfil do consumidor**

Os Gráficos 3 e 4 apresentam gênero e faixa etária, respectivamente, dos participantes da análise. Como a degustação foi realizada na UFRJ na hora do almoço, já era esperado que os participantes fossem majoritariamente alunos da graduação. Assim, observou-se um público jovem sendo que 89% tinham entre 18 e 25 anos.

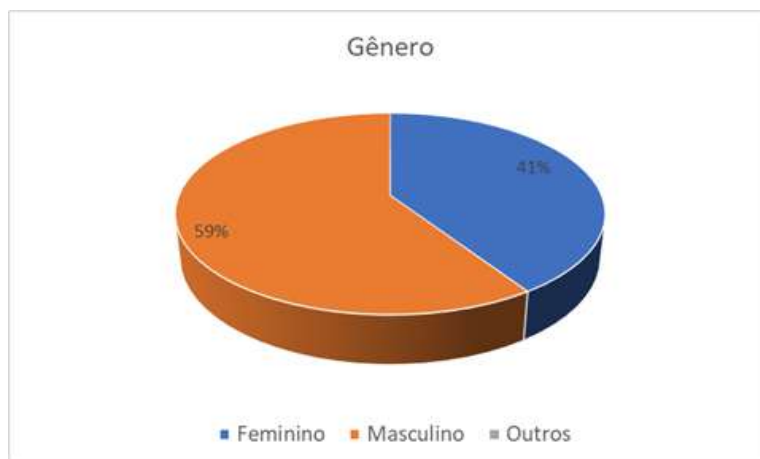


Gráfico 3 - Gênero dos participantes da análise sensorial.

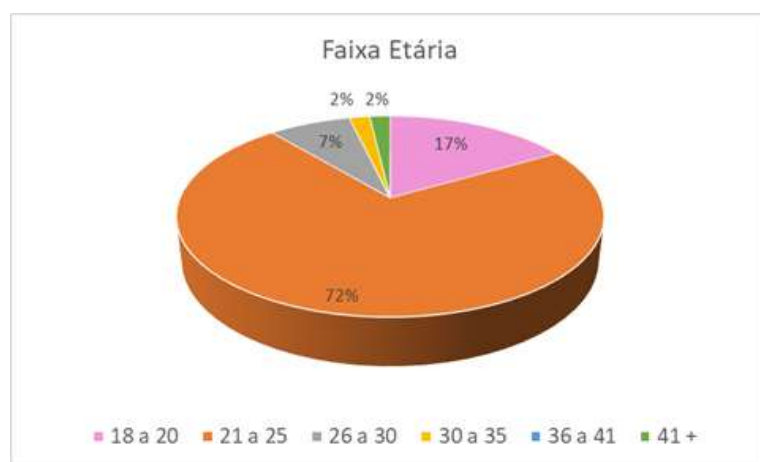


Gráfico 4 - Faixa etária dos participantes da análise sensorial.

A seguinte pergunta foi feita no questionário da degustação: *O quanto você se considera um conhecedor de cerveja?* O gráfico 5 apresenta o resultado dessa pergunta. A maioria dos participantes considera ter um conhecimento intermediário, logo conclui-se que o grupo de estudo não é especializado nem completamente leigo no assunto.

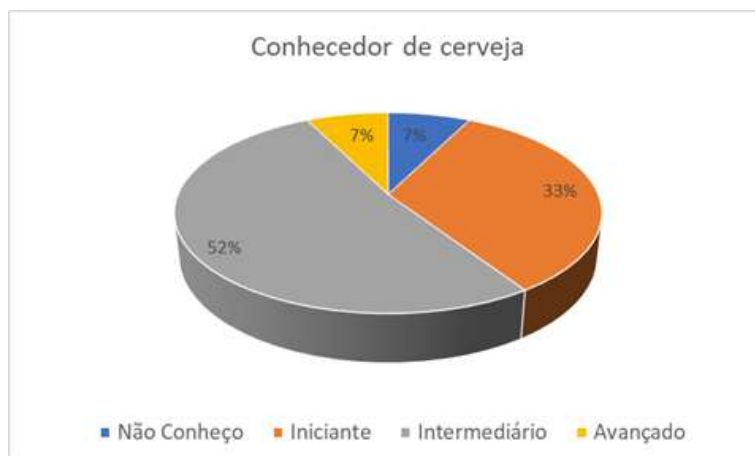


Gráfico 5 - Conhecimento declarado pelos participantes da análise sensorial.

Já o gráfico 6 se refere a frequência de consumo de cervejas artesanais. Observa-se um grupo bem distribuído, sendo que a grande maioria (81%) consome no mínimo uma vez por mês. Isto é interessante pois mostra que o grupo de estudo é representativo do público alvo de cervejarias artesanais e que está familiarizado com o preço e a qualidade desse tipo de cerveja.



Gráfico 6 - Frequência do consumo de cervejas especiais pelos participantes da análise sensorial.

### **Preço da cerveja**

Os gráficos 7 e 8 derivam da seguinte pergunta: *Quanto você estaria disposto a pagar por essa cerveja (500 mL)?* Aqui nota-se uma discrepância considerável. Enquanto a Bierne Green teve boa aceitação (apenas 13% não comprariam a cerveja), a

Bierne Fresh foi majoritariamente rejeitada, sendo que 56% dos participantes não estão dispostos a pagar o valor mínimo de R\$ 15,50 pela garrafa de 500 mL. O motivo de tal descontentamento foi investigado com base nas respostas da análise para que mudanças na formulação da Bierne Fresh pudessem ser propostas.



Gráfico 7 - Preço de compra da cerveja Bierne Green.



Gráfico 8 - Preço de compra da cerveja Bierne Fresh.

### **Qualidade da cerveja**

Os participantes avaliaram em uma escala de 0 a 5 as características das cervejas, sendo 0 a pior avaliação e 5 a melhor. O gráfico 9 apresenta o resultado dessa avaliação.



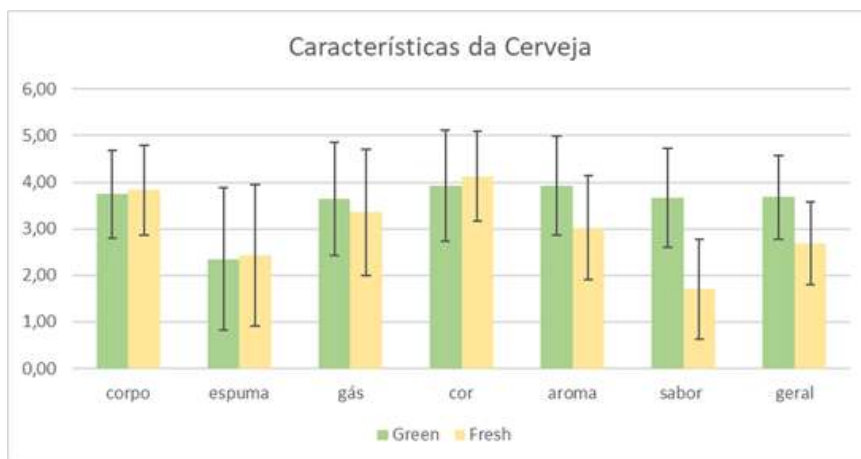


Gráfico 9 - Avaliação das características das cervejas analisadas.

Aqui observa-se um descontentamento geral com o sabor da Bierne Fresh sendo sua nota média 1,71, bem abaixo da Green com 3,67. Observa-se ainda um desagrado com a espuma de ambas as cervejas. Isso era esperado, pois não se observou uma formação consistente de espuma em nenhuma das duas cervejas indicando um problema na produção. Entretanto, as notas para espuma apresentaram o maior desvio padrão (1,51) mostrando que não houve um consenso sobre esse aspecto. Foi proposta para a batelada seguinte uma maturação em maior temperatura, para que a refermentação fosse mais eficiente, além do aumento da concentração de prime (passando de 7 para 8 g/L).

Pedi-se que os degustadores identificassem sabores presentes na cerveja (Gráfico 10). Foram adicionadas opções que não estavam presentes em nenhuma das cervejas para testar a precisão dos degustadores ou descobrir sabores inesperados. Como esperado, ninguém percebeu sabor de chocolate. Por outro lado, pelo menos 10% dos participantes sentiram florais e temperos. Sabe-se que o lúpulo pode trazer tons florais a cerveja, é possível ainda que hortelã e chá verde tenham sido confundidos com tons florais. Entretanto, a percepção de temperos não era esperada. Essa é uma análise muito subjetiva que apresenta resultados muito variados quando os degustadores não são treinados.

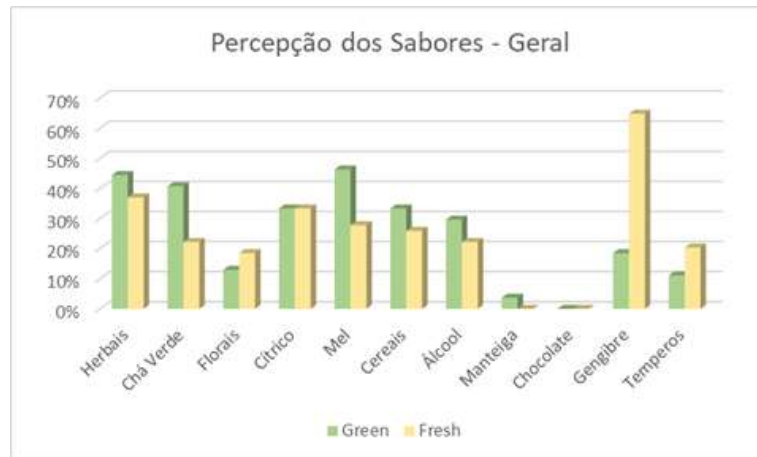


Gráfico 10 - Percepção de sabores nas cervejas analisadas.

A percepção de gosto de manteiga (indicativo da presença de diacetil) foi praticamente nula, um resultado bom para a qualidade do processo. Na Bierne Green nenhum dos sabores foi fortemente indicado, mostrando que não havia um sabor de presença dominante. O mais detectado, o mel, foi percebido por menos de 50% dos degustadores. Vale lembrar que, embora ninguém soubesse qual cerveja estava em cada copo, todos sabiam que ambas possuíam mel na composição. Essa informação prévia pode ter influenciado de alguma forma. Já na Bierne Fresh é bem clara a dominância do gengibre, o foi um indicativo da razão pela rejeição da mesma.

Filtrando-se os resultados para degustadores que consideram ter um nível avançado ou intermediário de conhecimento sobre cerveja (Gráfico 11), pode-se notar resultados muito semelhantes. Isto demonstra que o conhecimento de cerveja não foi determinante na percepção dos sabores.

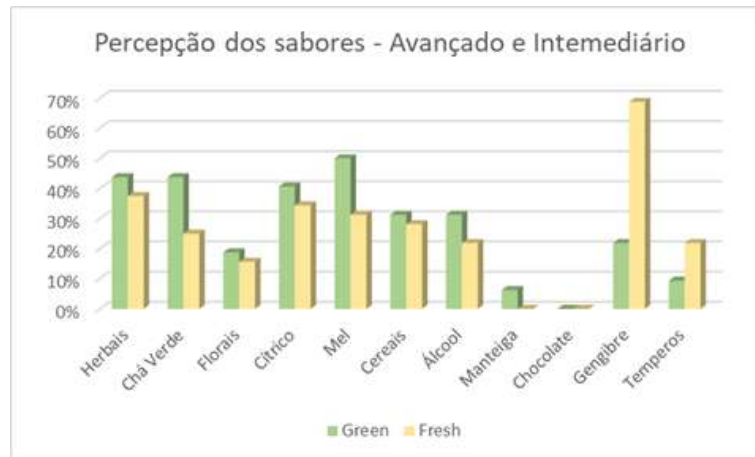


Gráfico 11 - Percepção de sabores por participantes declarados conhecedores de cerveja intermediários e avançados.

Finalmente, foi apresentada uma pergunta decisiva para a proposta do trabalho: *Você considerou a cerveja refrescante?* O resultado foi satisfatório para a Bierne Green, considerada refrescante por 89% dos participantes, mas a Bierne Fresh não conseguiu atingir uma marca semelhante. Observou-se que 48% dos participantes não considerou a cerveja refrescante, o que conflita com a proposta inicial da mesma.

Analisando-se a percepção de sabores que indicou uma dominância do gengibre na Bierne Fresh, juntamente com comentários escritos nas fichas de avaliação da mesma (“gosto muito forte de gengibre”, “cerveja muito forte”, dentre outros comentários referindo-se especificamente ao residual picante inerente ao gengibre) decidiu-se retirar o gengibre da composição da Bierne Fresh.

### 5.1.2. Segunda batelada

#### Perfil do consumidor

Aplicando-se as mudanças propostas, realizou-se a segunda batelada. Esta também foi submetida a uma análise sensorial nas mesmas condições da anterior. Os gráficos de 12 a 15 resumem o perfil dos participantes da degustação. É possível observar que na segunda análise sensorial promovida, houve uma maior participação do sexo feminino, assim como mais pessoas na faixa etária entre 26 e 30 anos.

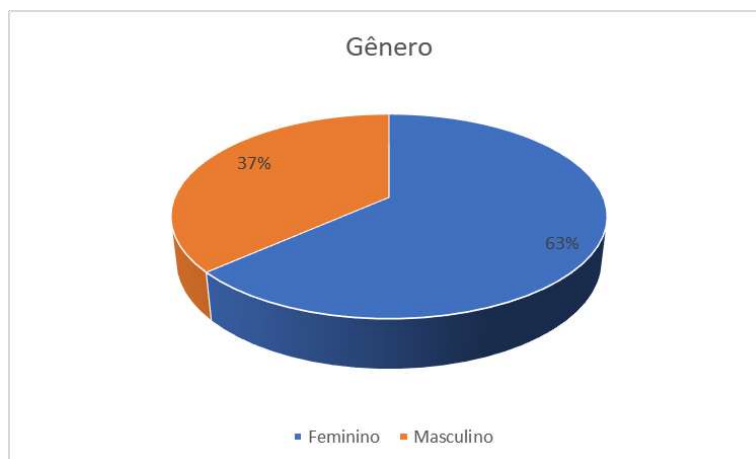


Gráfico 12 - Gênero dos participantes da análise sensorial.

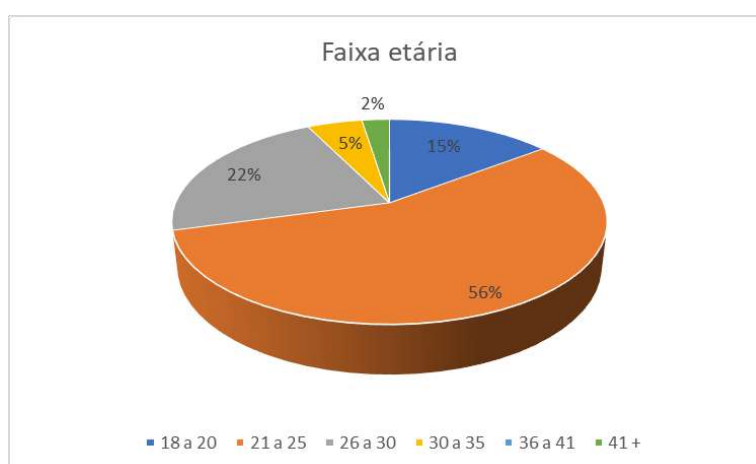


Gráfico 13 - Faixa etária dos participantes da análise sensorial.

Há também um percentual maior de participantes autodeclarados iniciantes, se comparado à degustação anterior, assim como uma presença dominante de consumidores de cervejas especiais com uma frequência de quatro vezes por mês.

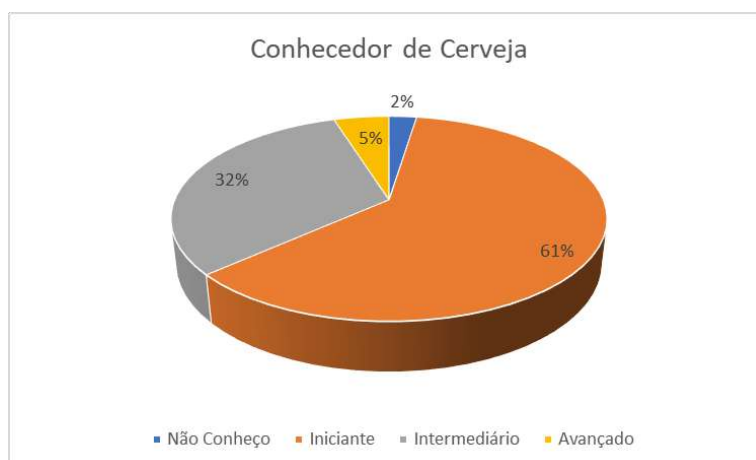


Gráfico 14 - Conhecimento declarado pelos participantes da análise sensorial.

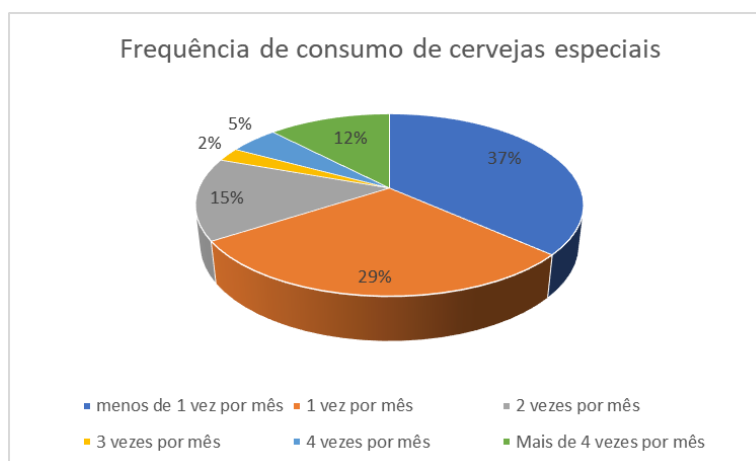


Gráfico 15 - Frequência do consumo de cervejas especiais pelos participantes da análise sensorial.

### Preço da cerveja

Os gráficos 16 e 17 derivam da seguinte pergunta: *Quanto você estaria disposto a pagar por essa cerveja (500 mL)?* Pode-se observar uma reversão do resultado anterior da avaliação da Bierne Fresh, sendo agora bem aceita por 61% dos participantes, e indicando que a retirada do gengibre gerou uma resposta positiva na análise. Nota-se também um aumento no percentual de participantes dispostos a pagar um valor maior pelas duas cervejas, na segunda faixa de preço proposta. Desta forma, conclui-se que a segunda batelada obteve uma melhor aceitação do que a primeira, sendo aprovadas as mudanças propostas na batelada anterior.



Gráfico 16 - Preço de compra da cerveja Bierne Green.



Gráfico 17 - Preço de compra da cerveja Bierne Fresh.

### **Qualidade da cerveja**

O gráfico 18 apresenta a avaliação que os degustadores fizeram das características da bebida. Foi obtido um resultado que demonstra melhora na espuma em relação à análise anterior, porém ainda sendo um ponto a melhorar. Possivelmente a solução seria implementar ações no processo de mosturação e fervura que promovessem uma melhor retenção de proteínas, de forma que a espuma tenha uma maior estabilidade. O sabor da Bierne Fresh apresentou resultados substancialmente superiores à análise anterior, alcançando uma nota próxima à da Bierne Green.

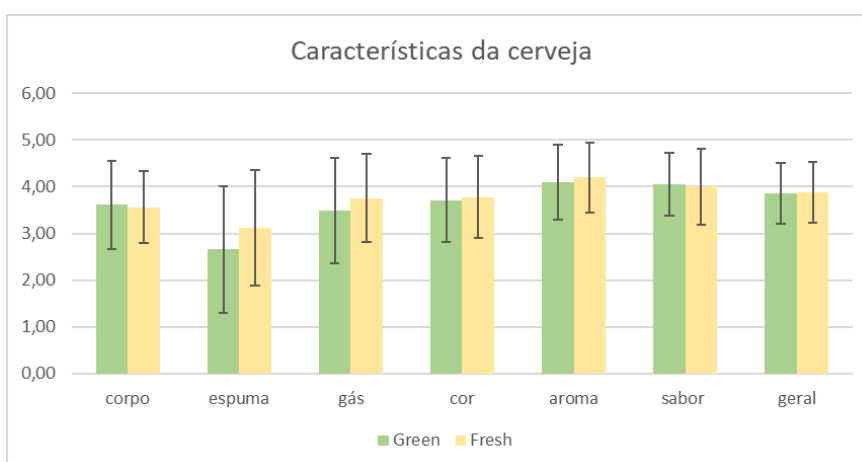


Gráfico 18 - Avaliação das características das cervejas analisadas.

Novamente nota-se a semelhança entre os resultados gerais (Gráfico 19) e os avaliados apenas entre participantes declarados conhecedores intermediários e avançados (Gráfico 20) para percepção dos sabores. Sendo assim, confirma-se a premissa de que o conhecimento do produto em pouco influencia na percepção sensorial dos participantes. Os níveis de percepção de gengibre foram bastante reduzidos, e foi demonstrada uma dominância de sabores herbais em ambas as cervejas.

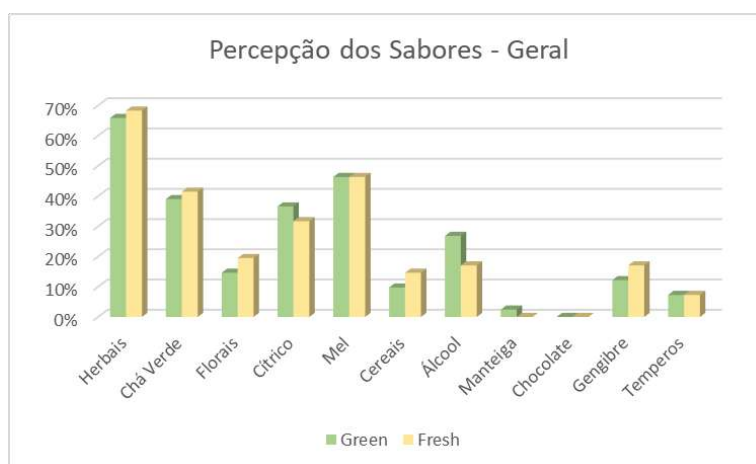


Gráfico 19 - Percepção de sabores nas cervejas analisadas.

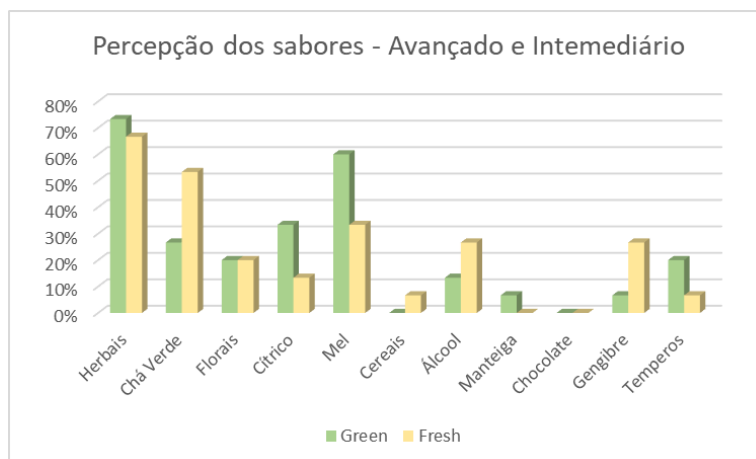


Gráfico 20 - Percepção de sabores por participantes declarados conhecedores de cerveja intermediários e avançados.

Dentre os participantes, 88% consideraram a cerveja Bierne Green como sendo refrescante. Para a cerveja Bierne Fresh, este valor chegou aos 95%. Sendo assim, pode-se afirmar que as mudanças surtiram efeitos muito positivos, e o produto final atingiu a

expectativa proposta inicialmente, sendo uma bebida suave, com sabores herbais e notáveis tons refrescantes.

### Rótulo

Para a produção do rótulo, foi procurada a ajuda profissional de um designer gráfico, que concordou em elaborar a identidade visual da garrafa com custo zero. A ideia era criar um rótulo que descrevesse a proposta da cerveja, bem como seus pontos mais marcantes. Os rótulos apresentam-se na figura 19.



Figura 19 - Rótulos das cervejas Bierne Fresh (à esquerda) e Bierne Green (à direita). Fonte: Elaborado pelo designer gráfico Eric Cavalcanti.

Os rótulos se destacam por seu formato suave, a marca d'água que exibe a cevada, cereal utilizado como fonte de açúcares na receita, a abelha simbolizando o mel utilizado como adjunto e o lúpulo utilizado para dar amargor e aroma. Finalmente, os nomes das cervejas, escritos sobre estampas nas cores azul e verde, consideradas cores “frias”. A Bierne Green recebe a estampa na cor verde, por conta do uso do chá-verde como adjunto, enquanto a Bierne Fresh recebe a estampa na cor azul, que remete ao marcante frescor trazido pela hortelã.

Os gráficos de 21 a 24 são relativos a reação dos participantes aos rótulos. Observa-se uma aceitação significativa por parte do público participante, com 89% dos participantes avaliando positivamente o design do rótulo, e apenas 2% de avaliações



negativas (Gráfico 21). Quanto à influência do rótulo na compra (Gráfico 22), é possível afirmar que a apresentação estética da cerveja de forma geral tem grande influência na compra do produto, com 72% dos participantes afirmando que comprariam a cerveja pelo rótulo.

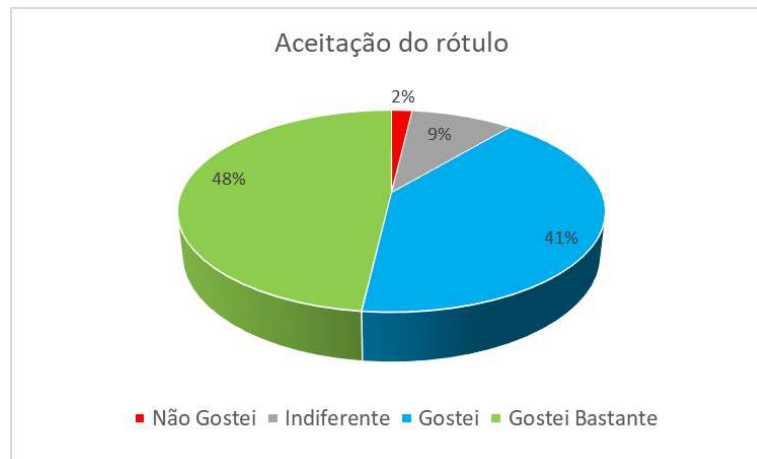


Gráfico 21 - Aceitação do rótulo pelos participantes da análise.



Gráfico 22 - Influência do rótulo na decisão de compra da cerveja.

Os resultados da segunda análise tiveram perfil semelhante à da primeira, com 90% dos participantes avaliando positivamente o rótulo, confirmando a atratividade da arte elaborada (Gráfico 23). Por outro lado, a influência positiva do rótulo no momento da compra foi mais representativa nesta análise, chegando a 80%, e não houve resposta negativa de participantes nesta pergunta do questionário, havendo um pequeno aumento

no percentual de respostas positivas e neutras (Gráfico 24). Sendo assim, pode-se afirmar que o rótulo escolhido teve sucesso em retratar a proposta do produto e agradou ao público compreendido nas análises.

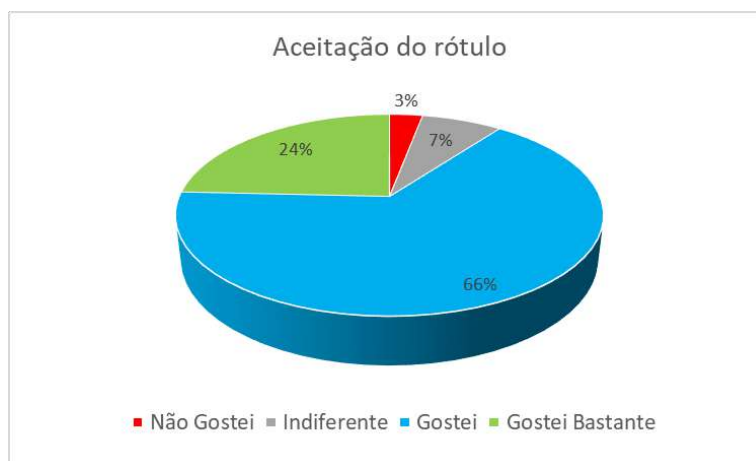


Gráfico 23 - Aceitação do rótulo pelos participantes da análise.



Gráfico 24 - Influência do rótulo na decisão de compra da cerveja.

## 5.2. Análise de dados do processo

A seguir são apresentados os valores de densidade e pH medidos durante a fermentação da segunda batelada.

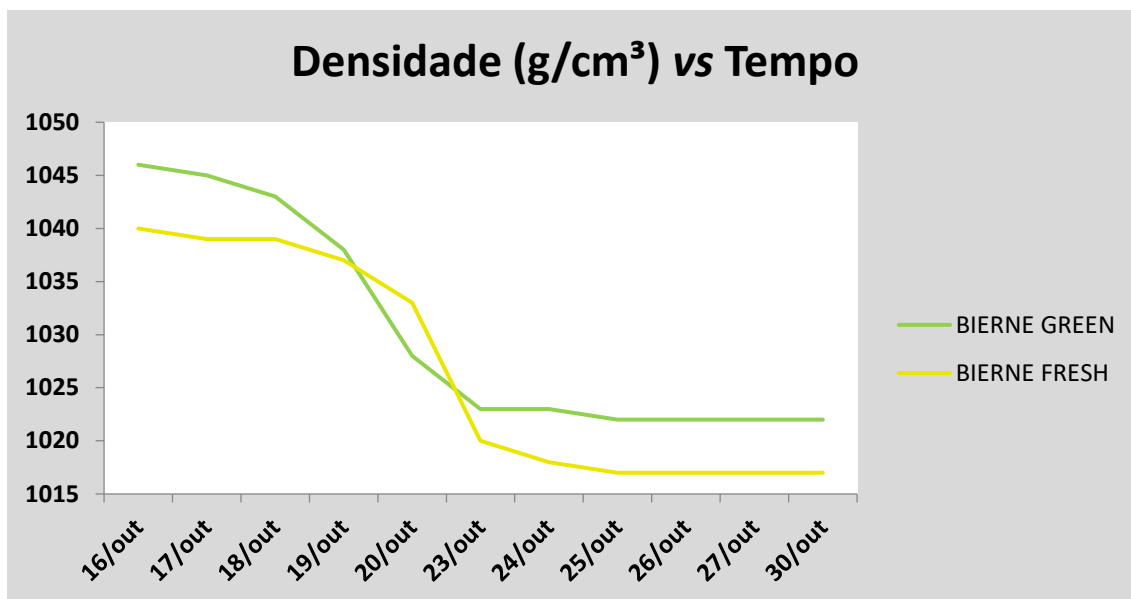


Gráfico 25 – Progressão da densidade durante a fermentação.

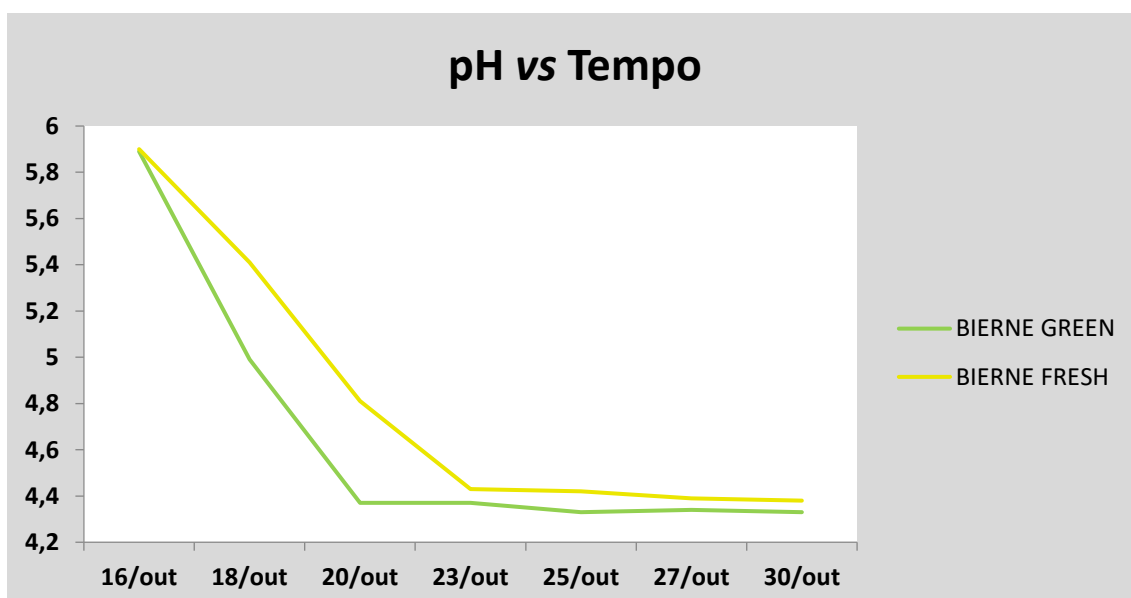


Gráfico 26 – Progressão do pH durante a fermentação.

Pode-se perceber por meio da análise dos gráficos acima de densidade e pH que os valores estão dentro da margem esperada. Quanto a análise da densidade, a receita original fornece valores de 1048 g/cm<sup>3</sup> de densidade original e 1014 g/cm<sup>3</sup> de densidade final esperada. Ao observar o gráfico de densidade é possível perceber que tanto a Bierne Fresh quanto a Bierne Green possui valores de densidade inicial e final dentro da margem esperada da receita original, mesmo com as modificações feitas na receita. Quanto a análise de pH os valores ficaram próximos do esperado que seria na faixa de 5,5 até 4,5, não podendo atingir valores inferiores a 4,2.

O quadro 5 apresenta os resultados de ABV (Alcohol By Volume, álcool por volume) e IBU (International Bitterness Units, unidades internacionais de amargor) para as duas bateladas.

*Quadro 5 - Comparação de ABV e IBU entre as cervejas.*

	Green		Fresh		Receita original	Comercial
	1ª batelada	2ª batelada	1ª batelada	2ª batelada		
ABV	4,89%	5,30%	5,67%	5,01%	4,40%	4,90%
IBU	24,1	24,2	24,1	24,2	25	Não informado

A cerveja comercial citada é uma American Lager de grande circulação no Rio de Janeiro, a mesma usada no HPLC. Percebe-se que a segunda batelada teve valores mais próximos de teor alcoólico para Green e Fresh do que a primeira, indicando um processo mais regular.

Quanto ao amargor, sabe-se que a escala IBU vai de 5 a 120, sendo 5 para uma cerveja muito leve e 120 para uma cerveja extremamente amarga. O valor de IBU está bem próximo do esperado na receita original, sendo considerado um resultado típico de Pilsen (uma cerveja mais leve, com baixo amargor). Já o teor alcoólico está um pouco superior (isso era esperado devido a adição de mel que possui alta concentração de açúcares fermentáveis).

### **5.3. Análise de HPLC**

Para a segunda batelada, foram coletadas amostras da cerveja durante toda a fermentação em dias alternados. A primeira amostra foi coletada antes da adição de levedura. As amostras foram testadas para presença de etanol, glicose, maltose, ácido butírico e ácido acético.

O gráfico 27 mostra a evolução da concentração de etanol. Pode-se perceber que a produção de etanol foi mais rápida na Bierne Green. Do segundo para o quarto dia de fermentação praticamente todo o etanol foi produzido, enquanto a Bierne Fresh só atingiu índices tão altos no nono dia. Entretanto, ambas acabaram com teor alcoólico semelhante (5,19% para Fresh e 5,03% para Green). Comparada com a ferramenta de cálculo online, Bierne Fresh teve um erro relativo de 3,47% enquanto Bierne Green teve

um erro relativo de 5,37%. Isso indica que a ferramenta online tem uma boa confiabilidade, sendo considerada válida para cervejeiros caseiros.

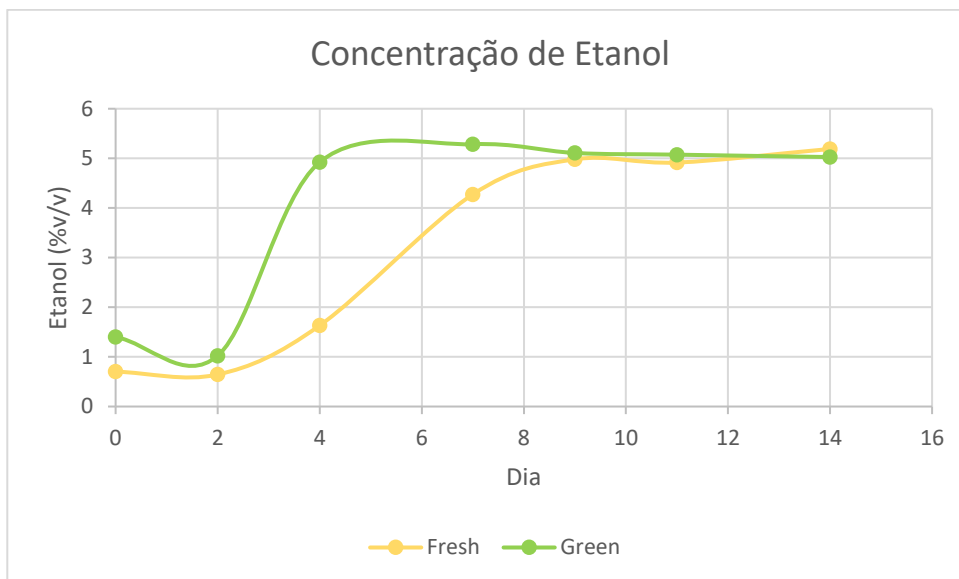


Gráfico 27 - Resultado de HPLC para concentração de etanol durante a fermentação.

Curioso o fato de ambas já possuírem uma pequena quantidade de etanol mesmo antes da adição das leveduras. Acredita-se que esse álcool possa ser um resquício do que foi utilizado para sanitização de todo o material, incluindo a pipeta que coletou essa primeira amostra (nas seguintes a amostra foi retirada pela torneira). Essa hipótese é reforçada pelo fato de a concentração de etanol estar menor no segundo dia de fermentação.

Os gráficos 28 e 29 mostram a evolução da concentração de glicose e maltose, respectivamente. É interessante notar que a concentração de maltose é bem superior à de glicose. Isso já era esperado visto que tanto alfa quanto beta amilase produzem preferencialmente maltose e a temperatura de brassagem utilizada favorece a atividade dessas enzimas. Apesar das leveduras conseguirem quebrar a maltose, é mais fácil metabolizar diretamente a glicose. Isso explica o fato de que a glicose já é consumida desde o início enquanto a maltose praticamente não é consumida nos dois primeiros dias de fermentação.

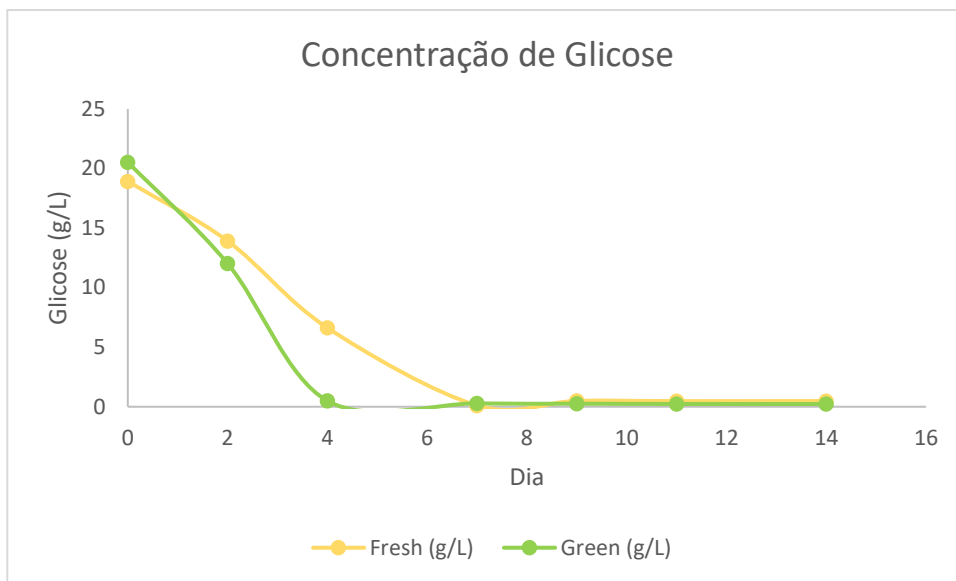


Gráfico 28 – Resultado de HPLC para concentração de glicose durante a fermentação.

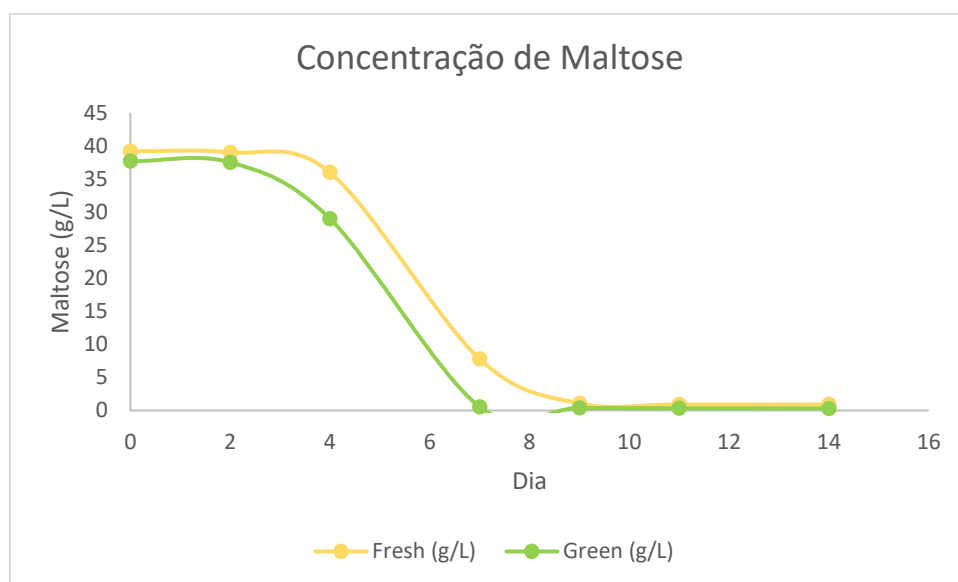


Gráfico 29 – Resultado de HPLC para concentração de maltose durante a fermentação.

Mais uma vez observamos que as leveduras da Bierne Green tiveram um metabolismo mais acelerado, consumindo praticamente toda a glicose do meio nos 4 primeiros dias da fermentação (e maltose nos 7 primeiros), enquanto as leveduras da Fresh levaram 7 dias (9 dias para maltose). Em ambas o nível de açúcar ficou bem baixo no final. Bierne Fresh ficou com 0,48 g/L de glicose e 0,92 g/L de maltose, enquanto a Bierne Green ficou com 0,23 g/L de glicose e 0,32 g/L de maltose.

Presença de ácido acético e ácido butírico são indesejadas na cerveja. Além de indicarem possível contaminação da cerveja (bactérias acéticas e *Clostridium*

respectivamente) trazem um sabor desagradável. O ácido acético traz um sabor que lembra vinagre. De acordo com Hough (1982), as concentrações limites de detecção são 0,175 g/L para o ácido acético e 0,0022 g/L para o ácido butírico.

Felizmente, nenhuma das amostras de cerveja apresentou ácido butírico. Entretanto, ácido acético foi detectado em ambas, conforme apresentado no gráfico 30. O ácido pode ter sido produzido tanto por contaminação de bactéria acética quanto pela própria levedura. Sabe-se que uma pequena percentagem do etanol produzido pode ser convertida em outros produtos. Estes incluem glicerol, ácidos orgânicos (como succínico, acético, láctico, butírico, etc.), álcoois superiores (amílico, isoamílico, butírico, isobutírico, propílico e isopropílico), aldeídos, ésteres, entre outros compostos voláteis (JANZANTTI, 2004).

A Bierne Green teve um pico de ácido acético no quarto dia de fermentação e depois uma queda acentuada, terminando com 0,095 g/L. Isso indica que provavelmente as leveduras do meio consumiram o ácido acético, visto que este é fonte de carbono. Já na Bierne Fresh, o aumento da concentração de ácido acético foi mais gradual e terminou em um nível alto, chegando a 0,321 g/L, acima do limite de detecção.

Interessante notar ainda que o ácido acético pode ter ação inibitória. Entretanto, de acordo com Narendranath (2001), a concentração mínima inibitória de ácido acético em *Saccharomyces cerevisiae* é 6 g/L. Além disso, a Bierne Green apresenta até o quarto dia uma concentração mais elevada de ácido que a Bierne Fresh, e percebe-se que o metabolismo das leveduras foi mais acelerado na Bierne Green durante esses dias. Portanto, acredita-se que o ácido acético não inibiu o crescimento das leveduras.

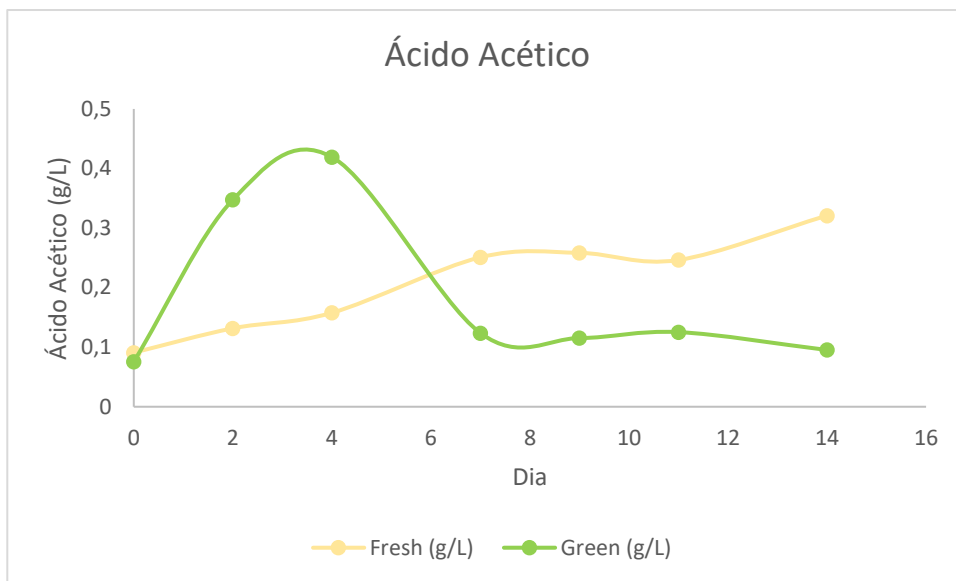


Gráfico 30 – Resultado de HPLC para concentração de ácido acético durante a fermentação.

Conclui-se então que a fermentação da Bierne Green é mais rápida. Para propor hipóteses que expliquem essa diferença de velocidade deve-se considerar que a levedura era a mesma, assim como a quantidade de malte, mel e lúpulo e que o pH inicial foi similar para ambas (5,9). Talvez algum componente dos adjuntos tenha favorecido ou não o metabolismo das leveduras. Sabe-se que óleo de hortelã tem ação inibitória em *Saccharomyces uvarum* (Irkin e Korukluoglu, 2009). Acredita-se que a presença de hortelã na Bierne Fresh possa ter atrasado o crescimento das leveduras.

Outra diferença foi durante a ativação das leveduras. Ambas foram ativadas ao mesmo tempo, mas as da Bierne Green foram logo adicionadas ao mosto que já havia sido resfriado, enquanto as da Bierne Fresh demoraram cerca de 20 minutos enquanto o mosto era resfriado. Como só havia uma serpentina de resfriamento os mostos não puderam ser resfriados ao mesmo tempo.

Observou-se também que a fermentação durou um tempo exagerado (14 dias). Densidade, pH e concentração de glicose não mudaram depois do sétimo dia de fermentação, enquanto concentração de etanol e maltose permaneceram constantes após o nono dia. Dez dias de fermentação, conforme recomendado na receita original de Hughes (2016), seriam suficientes. O tempo exagerado ocorreu devido a estratégia de esperar 3 medidas iguais de densidade, sendo que teve um fim de semana entre a segunda e a terceira medida igual.



As duas cervejas prontas foram então comparadas com uma cerveja American Lager comercial de grande circulação no Rio de Janeiro, conforme o quadro 6 abaixo.

Quadro 6 - Resultado de HPLC para as cervejas após maturação.

	Green	Fresh	Comercial
etanol (% v/v)	5,651	5,627	5,001
glicose (g/L)	0,737	0,164	0,096
maltose (g/L)	0,460	0,336	1,621
ácido butírico (g/L)	0,000	0,000	0,045
ácido acético (g/L)	0,311	0,177	0,099

Ambas atingiram um teor alcoólico próximo e bem superior ao estimado de 4,4% para a receita original. Isso é compreensível devido às alterações na receita original, incluindo adição de mel que possui muitos açúcares fermentáveis. Observa-se ainda que o teor alcoólico aumentou durante a maturação, indicando ocorrência de fermentação durante esse período. Isso já era esperado e justifica a adição do *priming* antes do envase. Entretanto, isso sinaliza que fazer o cálculo do teor alcoólico da cerveja baseado no fim da fermentação gera um erro. O teor alcoólico real da cerveja consumida será superior ao informado. A cerveja comercial teve um resultado próximo do informado no rótulo.

Para a Bierne Fresh a concentração de glicose e maltose foi reduzida durante a maturação indicando um consumo pelas leveduras. Entretanto, a Bierne Green apresentou concentração de açúcares superior ao fim da fermentação. Isso indica que as leveduras não consumiram todo o açúcar do *priming*. O *priming* utilizado foi sacarose, um dissacarídeo composto de glicose e frutose. Algumas moléculas de glicose podem ter se combinado para formar maltose.

A cerveja comercial possui concentração inferior de glicose e muito superior de maltose. Provavelmente isso ocorre porque a etapa de fermentação é bem mais rápida em nível industrial. Dessa forma, a maltose, que demora mais para ser metabolizada, não foi inteiramente consumida. É importante a concentração de açúcar não ser muito elevada para que a cerveja não fique com um sabor desagradável. Não houve nenhuma reclamação nesse sentido em ambas as análises sensoriais.

Ácido butírico também não foi encontrado nas cervejas Bierne após a maturação. Entretanto, a cerveja comercial apresentou níveis alarmantes do ácido, acima do limite de detecção sensorial

A concentração de ácido acético aumentou para Bierne Green e reduziu para Bierne Fresh. A maior disponibilidade de açúcar no meio pode ter favorecido o crescimento de bactérias acéticas na Bierne Green ou a produção pelas próprias leveduras. Ambas as cervejas acabaram com concentração acima do limite de detecção. Ainda assim, não houve nenhuma reclamação de sabor de vinagre durante a análise sensorial. Este deve ter sido ocultado pelo sabor dos adjuntos das cervejas.

## **6. Análise econômica**

### **6.1. Produção caseira**

Como estudo preliminar, foram observadas as condições econômicas da produção em escala caseira nas condições utilizadas neste trabalho, ou seja, considerando receitas de volume final igual a 7 litros, totalizando 14 litros de produto envasado mensalmente, somando 28 garrafas de 500 mL, sem despesas obrigatórias de salários, aluguel, contabilidade, serviços, dentre outros, e com o valor por garrafa fixado no mínimo obtido pela análise sensorial, de R\$ 15,50. Este preço praticado resulta em uma receita anual de R\$ 5.208,00.

Foram considerados os custos com o kit de equipamentos de produção, de R\$ 1.225,00 fornecido pela loja especializada Malte e Cia, custo mensal de R\$ 612,38, somando matéria prima, manutenções, insumos, luz, água, gás, dentre outros. A soma destes resulta em um custo total anual de R\$ 7.348,56.

Como pode ser observado, um custo maior do que a receita sinaliza um negócio deficitário. Isto é evidenciado pois a quantidade produzida mensalmente é pequena demais para que a receita gerada compense o investimento e o custo de produção, de forma que a produção nesta escala não é vantajosa a nível comercial. Por esta razão, cervejeiros caseiros em geral se limitam a produzir apenas para consumo pessoal.

Outra barreira para a produção em escala caseira visando a venda é o fato de que a incidência de impostos sobre a cerveja é similar para grandes e pequenos produtores, sendo uma grande despesa quando se trata de volumes baixos de produção. Sendo assim, a seguir é apresentada uma análise econômica de uma hipótese mais palpável, a de uma microcervejaria, feita com base em orientações do SEBRAE. Buscou-se realizar

um estudo simplificado, com algumas premissas assumidas para que se tivesse uma visão superficial da viabilidade do processo, bem como propostas formas de otimizar os custos, de forma que o valor de venda da bebida fosse mais atrativo ao mercado.

## **6.2. Produção em microcervejaria, proposta e exigências legais**

O objetivo da análise econômica é avaliar, através de índices de rentabilidade, a performance da montagem de uma microcervejaria para a produção das cervejas Bierne Fresh e Bierne Green. A análise foi realizada partindo-se de uma capacidade inicial de produção de 5.000 litros por mês, utilizada como referência em SEBRAE (2017). O espaço físico recomendado para as operações é de aproximadamente 150 metros quadrados.

Primeiramente, deve-se cumprir com as exigências legais para o início da montagem do negócio. É necessário consultar a Prefeitura Municipal e a Secretaria Municipal de Urbanismo para verificar se é permitido o funcionamento da atividade no local escolhido, verificar em Cartório ou Junta Comercial e Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI) a disponibilidade de nome para empresa e marca.

Deve-se também realizar o registro contrato social da empresa em Junta Comercial ou Cartório; solicitar o CNPJ da empresa e a inscrição estadual no negócio junto à Receita Federal; tirar o alvará de licença junto à Prefeitura Municipal com inspeção da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e realizar o registro na Secretaria Municipal da Fazenda e obter a matrícula no INSS.

Além disso, para que seja permitida a produção, armazenamento, transporte, exposição à venda e comercialização de bebidas, tanto o estabelecimento quanto o produto devem possuir registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e seguir as regras estabelecidas pelo Código de Defesa do Consumidor (CDC) e regras de responsabilidade sobre fornecimento de produtos e serviços, garantia de qualidade e rastreabilidade (SEBRAE, 2017).

### 6.3. Custos do empreendimento

Para o cálculo dos índices de rentabilidade objetivados na análise econômica do empreendimento, é necessário primeiramente estabelecer os custos envolvidos na atividade de produção da cerveja.

#### 6.3.1. Custo de matéria prima

O custo de matéria prima foi contabilizado a partir dos preços de compra praticados pelo fornecedor utilizado nas bateladas de laboratório. Sendo assim, os valores apresentados são correspondentes a uma produção em escala experimental, e não possuem os descontos possibilitados por uma compra em larga escala. Os preços dos ingredientes utilizados estão descritos no quadro 7.

*Quadro 7 - Custo unitário dos ingredientes. Fonte: Fornecido pelos distribuidores Malte & Cia, Assaí, Extra e Hortifruti.*

Ingrediente	Unidade	Custo
Malte Pilsen	Kg	R\$ 5,10
Água	L	R\$ 0,75
Lúpulo Saaz	g	R\$ 0,36
Agente clarificante	un.	R\$ 0,70
Levedura	g	R\$ 2,43
Mel	Kg	R\$45,00
Limão siciliano	un.	R\$ 2,00
Hortelã	un.	R\$ 2,00
Chá verde	un.	R\$ 5,00
Garrafa	un.	R\$ 1,70
Açúcar	Kg	R\$ 2,69
Tampinha	un.	R\$ 0,11

O custo total mensal calculado foi de R\$ 24.364,66 para a Bierne Fresh e R\$ 23.650,37 para a Bierne Green. A partir destes valores obtém-se o custo anual de matéria prima.

$$C_{mat} = R\$ 576.180,34$$

### 6.3.2. Custos fixos

Segundo consta em SEBRAE (2017), estima-se os custos fixos mensais de uma microcervejaria com a capacidade de cinco mil litros mensais (quadro 8). Para melhor organização, os custos foram extratificados em três categorias: o primeiro conjunto de despesas compreende os custos fixos diretos, ou seja, aqueles referentes a atividades diretamente envolvidas na produção. Foi adicionado o valor de matéria prima calculado anteriormente.

Quadro 8 - Custos diretos mensais de produção. Fonte: Adaptado de SEBRAE, 2017.

Custos diretos	
Matéria prima	R\$ 48.015,03
Luz, telefone, água, gás	R\$ 5.000,00
Manutenção	R\$ 800,00
Outras despesas com insumos	R\$ 4.000,00

A segunda categoria é a dos custos indiretos, atividades que não estão diretamente envolvidas na produção da cerveja, mas que estão relacionadas indiretamente ou atividades de suporte ao funcionamento do negócio, tais custos estão descritos no quadro 9. Vale lembrar que o SEBRAE considera para a estimativa de pró-labore a abertura de uma empresa de sócio único.

Quadro 9 - Custos indiretos mensais. Fonte: SEBRAE, 2017.

Custos indiretos	
Aluguel	R\$ 2.000,00
Contabilidade	R\$ 800,00
Despesas correntes	R\$ 800,00
Pró-labore	R\$ 2.000,00

Finalmente, são considerados os custos de mão de obra de todo o negócio, ou seja, o valor total dos salários dos funcionários da empresa. O valor total estimado é de R\$ 9.200,00 mensais.

A soma de todos os valores apresentados resulta no custo fixo total anual da empresa.

$$C_{total} = R\$ 871.380,34$$

### 6.3.3. Custos de equipamentos

O custo de compra dos equipamentos utilizados na montagem da linha de produção é também estimado a partir da recomendação de SEBRAE (2017), para a capacidade considerada de 5.000 litros mensais, como pode ser observado no quadro 10.

Quadro 10 - Custos de equipamentos. Fonte: Adaptado de SEBRAE, 2017.

Equipamento	Custo
Moinho	R\$ 2.800,00
Cozinha para mostura e fervura	R\$ 54.500,00
Sistema de aquecimento	R\$ 16.500,00
Sistema de refrigeração	R\$ 8.700,00
Sistema de exaustão	R\$ 1.800,00
Trocador de calor	R\$ 5.700,00
Fermentadores	R\$ 81.000,00
Sistema de envase	R\$ 5.900,00
Barris	R\$ 11.500,00
Plataforma de serviço	R\$ 2.500,00
Bomba para limpeza	R\$ 2.100,00

A soma destes custos resulta no custo total de equipamentos do processo.

$$C_{eq} = R\$ 193.000,00$$

### 6.3.4. Custos de serviços

Além da compra dos equipamentos, é preciso contabilizar o capital investido nos serviços necessários ao início das operações, como a instalação dos equipamentos, instrumentação, dentre outros. Para realizar esta estimativa, foi escolhido o método do Fator de Lang ( $f_L$ ), um fator calculado pela soma de fatores individuais ( $f_i$ ), que representam o percentual de acréscimo, relativo ao custo total dos equipamentos ( $C_{eq}$ ), e que representa o custo destes serviços (quadro 11). Considerando a montagem do processo como significativamente simples, com pouca instrumentação envolvida, pequeno volume de produção e processo em fase experimental, sendo sujeito a diversas mudanças conforme o negócio é desenvolvido, pode-se utilizar os valores médios dos fatores individuais para o cálculo do Fator de Lang (quadro 12) (PERLINGEIRO, 2005).

Quadro 11 - Fatores individuais para o cálculo do custo de serviços. Fonte: Perlingeiro, 2005.

<b>Instrumentação</b>	<b>Fator</b>
Pouca instrumentação	0,02 - 0,05
Alguma instrumentação	0,05 - 0,10
Instrumentação sofisticada	0,10 - 0,15
<b>Engenharia e Montagem</b>	<b>Fator</b>
Engenharia simples	0,20 - 0,35
Engenharia complexa	0,35 - 0,50
<b>Escala</b>	<b>Fator</b>
Unidade comercial grande	0,00 - 0,05
Unidade comercial pequena	0,05 - 0,15
Unidade experimental	0,15 - 0,35
<b>Eventuais</b>	<b>Fator</b>
Processo desenvolvido pela empresa	0,10 - 0,20
Processo sujeito a modificações	0,20 - 0,30
Processo em fase experimental	0,30 - 0,50

Quadro 12 - Fatores individuais médios e custos correspondentes com base no custo de equipamentos.

Serviços	Fator	Custo
Instrumentação	0,035	R\$ 6.755,00
Montagem	0,275	R\$53.075,00
Fator de escala	0,25	R\$48.250,00
Eventuais	0,4	R\$77.200,00

Com isto, obtém-se o Fator de Lang e o custo de serviços.

$$f_L = \sum f_i = 0,96$$

$$C_{serv} = R\$ 185.280,00$$

### 6.3.5. Investimento

Calculados os custos de equipamentos e os custos de serviços, pode-se somar estes dois valores para obter o investimento ( $I_0$ ) a ser realizado para que o processo tenha todas as instalações físicas necessárias ao seu funcionamento.

$$I_0 = C_{eq} + C_{serv} = R\$ 378.280,00$$

### **6.3.6. Custos tributários**

Devido ao fato de atualmente as cervejarias não se enquadrarem no sistema de tributação Simples Nacional, a modalidade adotada para pagamento de impostos neste setor é a de Lucro Presumido. Foram adotados a Contribuição Social sobre Lucro Líquido (CSLL), o Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) no Regime de Tributação de Bebidas Frias (REFRI), que permite tributação referente às vendas, Programa de Integração Social (PIS) e Contribuição para Financiamento da Seguridade Social (COFINS) conforme alíquotas determinadas pela Receita Federal (SOUZA, 2014).

Por estar envolvido diretamente no cálculo do lucro do empreendimento, o Imposto de Renda (IR) adotado não será o tradicional IRPJ determinado pela Receita Federal, mas sim um cálculo baseado em depreciação fiscal, recomendado em Perlingeiro (2005), e que será desenvolvido como etapa intermediária da análise do Lucro do Empreendimento.

As alíquotas referentes ao CSLL, IPI, PIS e COFINS são, respectivamente, 2,88%, R\$ 0,4087 por litro vendido, 0,65% e 3% (SOUZA, 2014). Sendo assim, resta calcular a receita esperada com as vendas do produto.

Para obter este valor, foi considerado um preço de venda inicial de R\$ 10,50 pois se encaixa dentre os mais baratos praticados para cervejas artesanais e oferece uma margem de lucro satisfatória em relação ao custo de matéria prima, estimado em R\$ 4,87 por garrafa. Este valor de venda, inferior ao mínimo proposto inicialmente nas análises, de R\$ 15,50, pode ser atingido ao otimizar alguns dos custos originalmente considerados para a produção em escala de laboratório.

Uma destas iniciativas de otimização é o uso de malte Pilsen brasileiro no lugar do importado, de maior custo e disponibilidade limitada. Outro destes é a compra de água em maiores quantidades, visto que a compra de água em garrafas de 1,5 L resulta não só em um preço maior como também uma geração maior de resíduo sólido proveniente do descarte de embalagens.

Além disto, embora a pesquisa de mercado demonstre a disposição do público a pagar um preço maior do que esta estimativa, é característica a preferência do consumidor brasileiro por cervejas de valor mais atrativo, o que colabora para a entrada da marca no mercado.



Para o cálculo da receita, considera-se o volume de garrafas produzidas (para uma produção de 5.000 L mensais, em garrafas de 500 mL, um total de dez mil garrafas por mês) e o preço de venda (R\$ 10,50 por garrafa). O resultado deste produto, multiplicado por doze meses, fornece a receita anual.

$$R = 12 \times p \times Prod = 12 \times 10,50 \times 10.000 = R\$ 1.260.000,00$$

Com isto, pode-se calcular os valores tributados.

$$CSLL = 0,0288 \times 1.260.000,00 = R\$ 36.288,00$$

$$IPI = 0,4087 \times 5.000 = R\$ 2.043,50$$

$$PIS = 0,0065 \times 1.260.000,00 = R\$ 8.190,00$$

$$COFINS = 0,03 \times 1.260.000 = R\$ 37.800,00$$

#### 6.4. Lucro do empreendimento

Segundo Perlingeiro (2005), o lucro do empreendimento é um critério de avaliação econômica criado por John Happel e recomendado por Dale Rudd e Charles Watson, em suas literaturas sobre engenharia de processos e planejamento econômico. Trata-se de um lucro relativo que estima a vantagem de investir em um processo industrial, em detrimento de um outro investimento com taxa de retorno garantida a risco zero. Para chegar a este critério, é necessário seguir um passo a passo de determinação de valores intermediários.

O primeiro a ser avaliado é a Margem Bruta, que consiste na simples diferença entre a receita gerada pela venda dos produtos e o custo de matéria prima.

$$MB = R - C_{mat} = 1.260.000,00 - 576.180,34 = R\$ 683.819,66$$

Sendo este valor positivo, pode-se afirmar que é válido prosseguir com a avaliação. O próximo passo é determinar o Lucro Bruto, que considera, em vez do custo de matéria prima apenas, o custo total.

$$LB = R - C_{total} = 1.260.000,00 - 871.380,34 = R\$ 388.619,66$$

Este valor ainda não corresponde ao desempenho do empreendimento pois não é o que retorna integralmente para o caixa. Primeiramente, a empresa deve se ressarcir do valor investido nas instalações físicas que se deterioram durante a vida útil do processo. Esta parcela chama-se Depreciação ( $D$ ) e é proporcional ao Investimento ( $I_0$ ) e a uma Taxa de Depreciação ( $e$ ), normalmente linear e dada por  $1/n$ , onde  $n$  é o número de anos previstos como vida útil do processo. Em geral, estima-se que processos industriais possuam uma vida útil de dez anos, para o qual a Taxa de Depreciação assume o valor de  $e = 0,10$ .

$$D = e \times I_0 = 0,10 \times 378.280,00 = R\$ 37.828,00$$

A dedução desta parcela do Lucro Bruto resulta no Lucro Líquido Antes do Imposto de Renda.

$$LA = LB - D = 388.619,66 - 37.828,00 = R\$ 350.791,66$$

O Imposto de Renda consiste em uma Taxa Anual de Imposto de renda  $t = 0,15$  (RECEITA FEDERAL, 2017), aplicada sobre um Lucro Tributável, que corresponde à diferença ( $LB - D_f$ ) entre o Lucro Bruto e a Depreciação Fiscal. A Depreciação Fiscal é calculada com uma taxa  $d = 0,10$  e incide sobre o investimento  $I_0$ .

$$D_f = d \times I_0 = 0,10 \times 378.280,00 = R\$ 37.828,00$$

$$IR = t \times (LB - D_f) = 0,15 \times (388.619,66 - 37.828,00) = R\$ 52.618,75$$

Com o valor do Imposto de Renda calculado, é possível obter o Lucro Líquido Depois do Imposto de Renda.

$$LD = LA - IR = 350.791,66 - 52.618,75 = R\$ 298.172,91$$

Até o momento, os resultados positivos indicam a rentabilidade do processo. Porém, a análise do Lucro do Empreendimento tem como objetivo não apenas avaliar a viabilidade do processo por si só, mas também como investimento. Para isto, deduz-se contabilmente uma parcela que corresponde ao que a empresa lucraria com um empreendimento ou investimento que lhe garanta uma Taxa de Retorno ( $i$ ). Esta, também estipulada em Perlingeiro (2005), assume um valor médio  $i = 0,12$  para ramos possivelmente mais atrativos, como a indústria de produtos químicos ou de petróleo, conforme observado no quadro 13. A parcela obtida através desta taxa é chamada Retorno sobre o Investimento Alternativo.

Quadro 13 - Valores típicos da Taxa de Retorno sobre o Investimento. Fonte: Perlingeiro, 2005.

Tipo de Indústria	$i$ [(\$/a)/\$ investido]
Papel e Celulose. Borracha.	0,08 - 0,10
Fibras Sintéticas. Produtos Químicos. Petróleo.	0,11 - 0,13
Produtos Farmacêuticos. Extração. Mineração.	0,16 - 0,18

$$RI = i \times I_0 = 0,12 \times 378.280,00 = R\$ 45.393,60$$

E com este valor obtém-se o Lucro Líquido Descontado o Retorno sobre o Investimento Alternativo.

$$LL = LD - RI = 298.172,91 - 45.393,60 = R\$ 252.779,31$$

Finalmente, deve-se realizar uma dedução referente ao risco comercial assumido pela empresa ao investir no empreendimento. Tal parcela, denominada Compensação pelo Risco, é calculada aplicando-se ao investimento uma Taxa de Risco ( $h$ ), cujos valores típicos são apresentados no quadro 14.

Quadro 14 - Valores típicos para a Taxa de Risco. Fonte: Perlingeiro, 2005.

Tipo de risco	$h$ [(\$/a)/\$ investido]	Tipo de projeto
Elevado	0,20 - 1,00	Projetos que compreendem grande novidade ou baseados em informações incertas sobre vendas, produtos e matérias-primas.
Razoável	0,10 - 0,20	Projetos um pouco fora do campo de atividade da empresa, ou produtos ou processos relativamente novos ainda não devidamente comprovados.
Médio	0,05 - 0,10	Projetos dentro do campo da atividade da empresa, porém com algumas novidades ou com informações indefinidas quanto ao mercado.
Bom	0,01 - 0,05	Expansão de atividades existentes num mercado conhecido.
Excelente	0,00 - 0,01	Redução de custos em processo existente, num ambiente estável.

Esta taxa assume o valor de  $h = 0,10$ , por ser plausível considerar o risco de um empreendimento com fluxo de novos entrantes elevado nos últimos anos e informações de potencial de vendas baseados em pesquisas em escala experimental no limite entre médio e razoável. Determinada a taxa, é possível calcular a Compensação pelo Risco.

$$CR = h \times I_0 = 0,10 \times 378.280,00 = R\$ 37.828,00$$

As Taxas de Retorno e de Risco podem ser somadas para gerar a Taxa de Retorno com Risco ( $i_m$ ), que pode ser utilizada para definir a Taxa de Retorno sobre o Investimento com Risco.

$$i_m = i + h = 0,12 + 0,10 = 0,22$$

$$RIR = i_m \times I_0 = 0,22 \times 378.280,00 = R\$ 83.221,60$$

Esta taxa é equivalente à soma do Retorno sobre o Investimento Alternativo e da Compensação pelo Risco, e é a quantia que retorna ao “caixa” da empresa, como ressarcimento pelo risco assumido na escolha do empreendimento.

Finalmente, o Lucro do Empreendimento consiste no Lucro Bruto ( $LB$ ), deduzidos a Depreciação ( $D$ ), o Imposto de Renda ( $IR$ ), o Retorno sobre o Investimento Alternativo ( $RI$ ), e a Compensação pelo Risco ( $CR$ ).

$$LE = LB - (D + IR + RI + CR)$$

$$LE = 388.619,66 - (37.828,00 + 52.618,75 + 45.393,60 + 37.828,00)$$

$$LE = R\$ 214.951,31$$

E seu valor positivo confirma a viabilidade econômica do processo. Porém, o sucesso de um empreendimento depende não apenas da lucratividade, mas também da saúde do negócio, afinal ele deve se manter operante de forma sustentável até que o investimento seja totalmente ressarcido e seu lucro seja capaz de compensar seus custos de operação. Para realizar esta análise, utiliza-se um fluxo de caixa e índices de rentabilidade, que serão apresentados a seguir.

### **6.5. Fluxo de Caixa**

Segundo SEBRAE (2017), o Fluxo de Caixa é um instrumento de gestão financeira que projeta para período futuros as entradas e saídas de recursos financeiros da empresa, indicando um saldo de caixa para cada intervalo considerado, além do valor total acumulado. É uma estrutura flexível, que pode ser alterada conforme necessidade da empresa.

Realizar esta análise é de muita importância para antecipar problemas de liquidez e endividamento, e tem papel importante na avaliação da rentabilidade do negócio. Além disto, as informações que podem ser obtidas através dele podem ser de grande utilidade na tomada de decisões.

Para elaborar o fluxo de caixa, primeiramente é necessário considerar a variabilidade dos valores praticados pelo mercado. Por tratar-se de uma análise econômica superficial, pode-se partir da premissa de que a principal influência nos custos de operação do negócio é a Inflação (quadro 15), ou seja o aumento ou diminuição do preço de compra dos serviços, mão de obra, matéria prima, dentre outros. Por outro lado, assume-se, de forma simplificada, que a principal influência na receita é o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) (quadro 16), isto é, o aumento ou diminuição do preço de venda do produto (IBGE, 2016).

Quadro 15 - Evolução da inflação anual de 2001 a 2016. Fonte: Banco Central do Brasil, 2016

<b>Inflação Anual</b>	
2001	7,673%
2002	12,530%
2003	9,301%
2004	7,599%
2005	5,689%
2006	3,142%
2007	4,458%
2008	5,903%
2009	4,312%
2010	5,909%
2011	6,502%
2012	5,839%
2013	5,911%
2014	6,409%
2015	10,672%
2016	6,288%
<b>Média</b>	<b>6,759%</b>

Quadro 16 - Evolução do IPCA anual de 2001 a 2016. Fonte: IBGE, 2016.

<b>IPCA A&amp;B</b>	
2001	9,630%
2002	19,470%
2003	7,480%
2004	3,860%
2005	1,990%
2006	1,230%
2007	10,790%
2008	11,110%
2009	3,180%
2010	10,390%
2011	7,180%
2012	9,860%
2013	8,480%
2014	8,030%
2015	12,000%
2016	2,950%
<b>Média</b>	<b>7,977%</b>

Com os valores médios das variações destes índices nos últimos anos, pode-se avaliar de forma estimada o aumento gradual dos custos e receita. Para a análise do fluxo de caixa, leva-se em consideração o custo total anual, que no “ano zero” é equivalente ao investimento necessário para montagem do processo, a receita, que neste mesmo período é nula em virtude da ausência de produção e venda, o lucro bruto e o lucro líquido, bem como os valores acumulados dos lucros, para avaliação do tempo de retorno. A análise foi realizada com base em um período de dez anos, nos quais anualmente o custo é aumentado com base na taxa média da inflação, e a receita é aumentada com base na taxa média do IPCA.

Foram assumidas algumas premissas de modo a simplificar este estudo. Uma delas é a de produção da capacidade máxima (5.000 L) desde o primeiro ano de funcionamento. Outra é a de venda total a produção realizada, não levando em consideração eventuais perdas ou ociosidade do produto no mercado. Simulações de alterações nestes aspectos da comercialização fogem ao escopo introdutório desta análise. O fluxo de caixa gerado pode ser observado no quadro 17.

Quadro 17 - Fluxo de caixa para um período de dez anos.

Ano	Custo total	Receita	Lucro bruto	Lucro líquido	Acumulado LB	Acumulado LL
0	R\$ 378.280,00	R\$ -	-R\$ 378.280,00	-R\$ 551.948,35	-R\$ 378.280,00	-R\$ 551.948,35
1	R\$ 871.380,34	R\$ 1.260.000,00	R\$ 388.619,66	R\$ 214.951,31	R\$ 10.339,66	-R\$ 336.997,03
2	R\$ 930.273,12	R\$ 1.360.508,63	R\$ 430.235,51	R\$ 256.567,16	R\$ 440.575,17	-R\$ 80.429,88
3	R\$ 993.146,21	R\$ 1.469.034,70	R\$ 475.888,49	R\$ 302.220,14	R\$ 916.463,66	R\$ 221.790,26
4	R\$ 1.060.268,62	R\$ 1.586.217,76	R\$ 525.949,14	R\$ 352.280,79	R\$ 1.442.412,80	R\$ 574.071,05
5	R\$ 1.131.927,53	R\$ 1.712.748,37	R\$ 580.820,83	R\$ 407.152,48	R\$ 2.023.233,63	R\$ 981.223,53
6	R\$ 1.208.429,56	R\$ 1.849.372,16	R\$ 640.942,60	R\$ 467.274,25	R\$ 2.664.176,23	R\$ 1.448.497,78
7	R\$ 1.290.102,03	R\$ 1.996.894,27	R\$ 706.792,24	R\$ 533.123,89	R\$ 3.370.968,47	R\$ 1.981.621,67
8	R\$ 1.377.294,38	R\$ 2.156.184,03	R\$ 778.889,64	R\$ 605.221,29	R\$ 4.149.858,11	R\$ 2.586.842,96
9	R\$ 1.470.379,69	R\$ 2.328.180,13	R\$ 857.800,45	R\$ 684.132,10	R\$ 5.007.658,56	R\$ 3.270.975,06
10	R\$ 1.569.756,22	R\$ 2.513.896,15	R\$ 944.139,94	R\$ 770.471,59	R\$ 5.951.798,49	R\$ 4.041.446,65

O gráfico 31, gerado a partir destes dados permite visualizar melhor o crescimento do empreendimento ao longo do período de análise. Nota-se pelos resultados do fluxo de caixa que, com o preço de venda de R\$ 10,50, obtém-se um tempo de retorno entre dois e três anos, considerado satisfatório para o empreendimento, segundo SEBRAE (2017).

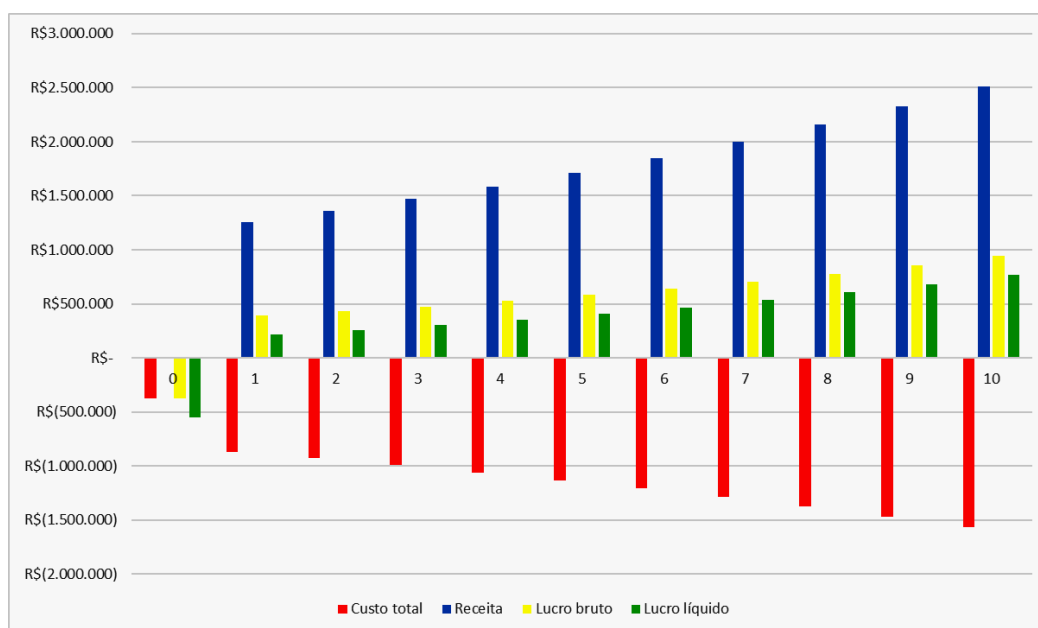


Gráfico 31 - Fluxo de caixa para a cervejaria artesanal proposta.



## 6.6. Índices de Rentabilidade

### 6.6.1. Taxa Mínima de Atratividade (TMA)

Na análise de rentabilidade de um empreendimento, define-se um parâmetro chamado Taxa Mínima de Atratividade, ou TMA, que consiste na menor taxa de retorno aceitável para que o investimento seja atrativo (TIMMERHAUS, 1991) Foi adotada nesta análise uma TMA correspondente à taxa de retorno utilizada para o cálculo do Retorno sobre o Investimento Alternativo. Sendo assim, será utilizada uma TMA de 12%.

### 6.6.2. Valor Presente Líquido (VPL)

Segundo Timmerhaus (1991), o Valor Presente Líquido é um índice de rentabilidade que indica o valor presente de pagamentos futuros, sendo descontado a uma taxa de juros, correspondente à própria TMA, e contabilizando o investimento inicial. É obtido pelo somatório de parcelas anuais, baseadas no Lucro Líquido e no TMA, referentes a cada ano do período de análise. Equivale dizer que o VPL retrata a situação imediata do caixa da empresa. Para um período de análise de dez anos, utiliza-se a fórmula padrão para o cálculo do VPL, utilizando-se os valores de Lucro Líquido obtidos na elaboração do Fluxo de Caixa.

$$VPL = \sum_{i=0}^{10} \frac{LL}{(1 + TMA)^i}$$

$$VPL = R\$ 1.731.639,32$$

Este valor pode ser anualizado, caso seja de interesse a avaliação deste índice em perspectiva anual, através do uso de uma fórmula para obter o TMA anualizado.

$$VPLa = VPL \times \frac{TMA \times (1 + TMA)^{10}}{(1 + TMA)^{10} - 1}$$

$$VPLa = R\$ 306.472,74$$

### 6.6.3. Índice de Benefício Sobre Custo (IBC)

Trata-se de uma razão simples entre a soma do Valor Presente Líquido e o Investimento, e o próprio Investimento, isto é, o valor recebido durante o período de análise de dez anos, e o valor investido no início do empreendimento (TIMMERHAUS, 1991). Desta forma, pode-se determinar o retorno recebido por cada unidade monetária investida inicialmente.

$$IBC = \frac{VPL + I_0}{I_0}$$
$$IBC = 5,58 \frac{\text{reais recebidos}}{\text{real investido}}$$

### 6.6.4. Retorno Sobre o Investimento (ROI)

Enquanto o Índice de Benefício sobre Custo representa um indicador de lucro líquido total recebido, o Retorno Sobre o Investimento representa de forma mais palpável o percentual ressarcido ao investidor pelo capital aplicado no empreendimento, isto é, o retorno líquido anual que recebe (TIMMERHAUS, 1991). Para obtenção deste índice parte-se do IBC para realizar uma anualização do retorno referente ao período de dez anos e conversão para percentual.

$$ROI = ((IBC)^{\frac{1}{10}} - 1) \times 100\% = ((5,58)^{\frac{1}{10}} - 1) \times 100\%$$
$$ROI = 19\%$$

### 6.6.5. Taxa Interna de Retorno (TIR)

Timmerhaus (1991) define a Taxa Interna de Retorno como a maior taxa de juros a que o capital poderia ser obtido por empréstimo para financiar o projeto, de forma que o Valor Presente Líquido seja nulo. Isto equivale dizer que a TIR é a taxa máxima possível para que o empreendimento receba lucro o bastante para quitar seus débitos. Este valor é obtido através de um cálculo iterativo até que se atinja a meta de um VPL igual a zero. Atualmente, os programas de edição de planilhas e softwares

matemáticos contam com fórmulas financeiras definidas previamente, dentre as quais o TIR pode ser calculado ao selecionar uma sequência de valores para VPL previamente definida em uma análise de Fluxo de Caixa.

$$TIR = 33\%$$

### **6.7. Resultado da análise econômica**

Durante a análise, todos os estágios do cálculo do Lucro do Empreendimento apresentaram resultados positivos, confirmando a lucratividade do processo, quando comparado a outra atividade com retorno conhecido, segundo os critérios apresentados em Perlingeiro (2005).

De acordo com Timmenhaus (1991), o Valor Presente Líquido positivo durante o período de avaliação de dez anos indica a rentabilidade do processo, assim como os valores do Índice de Benefício Sobre Custo e Retorno Sobre o Investimento retratam um retorno considerado satisfatório para o investimento no projeto da cervejaria.

O Fluxo de Caixa apresenta um tempo de retorno entre dois e três anos, o que está de acordo com a estimativa de dois anos e meio citada em SEBRAE (2017). A Taxa Interna de Retorno supera por uma margem significativa a Taxa Mínima de Atratividade, confirmando que o empreendimento não apenas é lucrativo e rentável, mas também estável, tendo boas chances de sucesso.

Uma cervejaria artesanal se baseia em obter o lucro através de uma margem bruta maior e baixo custo de produção. Conforme aumenta-se a escala da cervejaria a ser analisada, o investimento, custos de operação e carga tributária aumentam. Porém, o preço de compra de matéria prima e o custo marginal por garrafa diminuem substancialmente, permitindo a prática de preços de venda mais atrativos, e, conseqüentemente, maior receita. Este princípio de economia de escala, com grandes volumes de cerveja vendidos a uma margem menor, é a prática adotada por cervejarias de grande porte. Além disto, como visto anteriormente, quanto melhor desenvolvido e estabelecido o processo, menor o custo com eventuais modificações e melhorias.

## 7. Conclusões

As cervejas desenvolvidas nesse trabalho obtiveram boa aceitação do público. Na última batelada somente 5% dos entrevistados não comprariam a cerveja (mesmo percentual para Bierne Fresh e Green). Levando-se em consideração que o preço mínimo proposto na análise sensorial foi R\$ 15,50 e que após análise financeira concluiu-se que as cervejas poderiam ser vendidas por R\$ 10,50, acredita-se que o percentual de pessoas que não comprariam a cerveja seria ainda menor. Entretanto, a espuma continuou sendo um ponto fraco da cerveja. Sugere-se reduzir a quantidade de agente clarificante para a próxima batelada. Talvez algumas proteínas importantes para a estabilização da espuma tenham sido removidas com o trub.

Um dos principais objetivos do trabalho, o de produzir uma cerveja refrescante, foi atingido. Na última batelada 88% dos participantes consideraram a Bierne Green refrescante e 95% consideraram a Bierne Fresh refrescante. Considerando-se que na primeira batelada somente 52% dos participantes haviam considerada a Bierne Fresh refrescante, acredita-se que a decisão de remover o gengibre foi acertada. O fato de que na primeira batelada 56% das pessoas nem comprariam a Bierne Fresh e que na segunda, após a remoção do gengibre, 61% pagariam entre R\$ 15,50 e 18,00, 32% pagariam entre R\$ 18,01 e 21,00 e 2% pagariam entre R\$ 21,01 e 24,00, reafirma tal decisão.

A análise de HPLC permitiu um acompanhamento muito interessante da evolução da fermentação, comprovando conceitos estudados na revisão bibliográfica. A análise revelou presença de ácido acético nas cervejas que, apesar de não ter sido notada na análise sensorial, ainda é preocupante. Esse ácido pode ter sido produzido pela própria levedura ou por contaminação. De acordo com Hough (1982), a melhor maneira de evitar contaminação por bactérias acéticas seria eliminando o oxigênio. A ausência de oxigênio também reduz o metabolismo das leveduras e evita oxidação da cerveja.

Assim, se propõe algumas medidas para reduzir a concentração de ácido acético. Além de melhorar a higienização de todos os materiais, pode-se tomar algumas precauções como não agitar o balde de fermentação e manter a mangueira submersa durante o envase para evitar incorporação de oxigênio. Na filtração anterior ao envase há incorporação de oxigênio, mas a remoção dessa etapa poderia prejudicar o corpo da cerveja.

Combinando os resultados da análise sensorial com os da análise financeira, conclui-se que o investimento na produção e comercialização das cervejas Bierne Green e Bierne Fresh é muito promissor, tendo boas chances de se tornar lucrativo.

## 8. Referências Bibliográficas

ABINBEV. **Tap Into Your Beer - AB InBev anni guida le nostre birre**. Disponível em: <<http://www.tapintoyourbeer.com/index.cfm>>. Acesso em: 5 nov. 2017.

ALMEIDA E SILVA, J.B. VENTURINI FILHO, G.W. **Tecnologia de bebidas**. São Paulo: Edgar Blucher, 2005, p.347-382

ALVES, L. M. F. **Análise físico-química de cervejas tipo pilsen comercializadas em Campina Grande na Paraíba**. Trabalho de Conclusão de Curso em Química Industrial da Universidade Estadual da Paraíba, 2014.

AMAZON BEER. **Home**. Disponível em: <<http://amazonbeer.com.br/site/>> Acesso em: 24 dez. 2017.

AMBEV. **Nossa História**. Disponível em: <<https://www.ambev.com.br/sobre/nossa-historia/>>. Acesso em: 15 out. 2017.

ANGELONI, L. H. P. **Cerveja envelhecida em barril de madeira, aspectos químicos e microbiológicos**. Tese de Doutorado em Ciências da Universidade de São Paulo. Área de Concentração: Ciência e Tecnologia dos Alimentos. Piracicaba: USP, 2016.

AQUARONE, E. et al. **Biotecnologia Industrial –Vol. 4 - Biotecnologia da Produção de Alimentos**. São Paulo: Edgard Blucher, 2001.

ARAUJO, G. M. **Normas Regulamentadoras Comentadas**. Gerenciamento Verde Editora, v. 2, 11 ed. 2016.

BADEN BADEN. **Microcervejaria – História**. Disponível em: <<https://www.badenbaden.com.br/microcervejaria/historia/>>. Acesso em: 25 dez. 2017.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Histórico das taxas de juros**. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/Pec/Copom/Port/taxaSelic.asp>>. Acesso em: 10 nov. 2017.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Relatórios de Inflação**. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/?RI>>. Acesso em: 10 nov. 2017.

BBC.COM. **German beer law celebrates 500 years**. Disponível em: <<http://www.bbc.com/news/world-europe-36110288>>. Acesso em: 5 nov. 2017.

BECK, M. **Três pontos cruciais para a “Agenda 2015” da cerveja artesanal brasileira**. Rio de Janeiro: Ela Blogs – Globo.com., 2015. Disponível em: <<http://blogs.oglobo.globo.com/dois-dedos-de-colarinho/post/3-pontos-cruciais-para->

agenda-2015-da-cerveja-artesanal-brasileira-562100.html>. Acesso em 03 de outubro de 2017.

BERBET, Susana. **Conheça a produção de lúpulo brasileiro**. Revista Globo Rural – 27 de fevereiro de 2017. Rio de Janeiro: Editora Globo, 2017 Disponível em: <http://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2017/02/conheca-producao-de-lupulo-brasileiro.html>. Acesso em 30 de dezembro de 2017.

BERNSTEIN, L., WILLOX, J.C. Água. Em: BRODERICK, H.M. **El cervecero em la practica**. Lima: Asociación Latinoamericana de Fabricantes de Cerveza. Cap.4, p.53-82, 1977.

BORGES, P. F. O. **Concentração no mercado de cerveja no Brasil e a participação das microcervejarias**. Trabalho de Conclusão de Curso do Departamento de Engenharia Química e de Petróleo da Universidade Federal Fluminense. Niterói: UFF, 2015. Disponível em: <<http://www.repositorio.uff.br/jspui/bitstream/1/742/TCC%20-%20Pedro%20Felipe.pdf>>. Acesso em 13 de outubro de 2017.

BOUÇAS, C. **Mercado de cerveja artesanal reduz ritmo de expansão no Brasil**. Valor Econômico, Rio de Janeiro, 21 jun. 2017. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/empresas/5012998/mercado-de-cerveja-artesanal-reduz-ritmo-de-expansao-no-brasil>>. Acesso em 30 de setembro de 2017.

BRAHMA. **Cervejas**. Disponível em: <<https://www.brahma.com.br/cervejas>>. Acesso em: 5 nov. 2017.

BRASIL. **Decreto nº 6871 de 4 de junho de 2009**. Brasília: Diário Oficial da União de 05 de junho de 2009, Seção 1, p. 20

BRASSARIA AMPOLIS. **História**. Disponível em: <<http://www.brassariaampolis.com.br/home/>>. Acesso em: 25 dez. 2017.

BROOKS, J. **Historic Beer Birthday: William IV, Duke of Bavaria**. Brookston Beer Bulletin. Disponível em: <<http://brookstonbeerbulletin.com/historic-beer-birthday-william-iv-duke-of-bavaria/>>. Acesso em: 3 nov. 2017.

CARVALHO, G. B. M. **Obtenção de Cerveja usando Banana como Adjunto e Aromatizante**. Tese de Doutorado da Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo. Lorena: USP, 2009.

CARVALHO, J. NASCIMENTO, R. G. NAZAR, S. GONÇALVES, S. R. **Análise do perfil de compra do consumidor de cerveja Pilsen branca**. Trabalho de Conclusão de

curso da Escola de Engenharia da Universidade Estadual do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 2008.

CELSO JÚNIOR, Luís. **O lúpulo brasileiro existe e já tem cerveja produzida com ele.** Gazeta do Povo, Curitiba, 13 de maio de 2017. Disponível em: <http://www.gazetadopovo.com.br/bomgourmet/lupulo-brasileiro-existe/>. Acesso em 30 de dezembro de 2017.

CERVEJA CORUJA. **Conto da Coruja.** Disponível em <http://www.cervejacoruja.com.br/conto-da-coruja>. Acesso em: 23 dez. 2017.

CERVEJARIA COLORADO. **A Colorado – Quem somos.** Disponível em <https://www.cervejariacolorado.com.br/quem-somos>. Acesso em 24 dez. 2017.

CERVEJA DA CASA. **Equipamentos para Cerveja.** Disponível em: <https://www.cervejadacasa.com/moinhos-de-malte/moedor-de-malte-moinho-motorizado-2-rolos>. Acesso em: 31 out 2017.

COELHO, M. A. Z. **Produção de Cerveja.** Slides de aula, EQB353 Microbiologia Industrial. Escola de Química, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ. 2013.

CRUZ, J. M. M. FONSECA, M. M. TEIXEIRA, J. A. **Reactores Biológicos.** Lisboa/Porto: Lidel, 2007. p.277-305.

EBLINGER, M. **Handbook of Brewing: Processes, Technology, Markets.** Wiley – VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Alemanha. 2009.

EMBRAPA. **Tecnologia para obtenção artesanal de hidromel do tipo doce.** Belém, PA, 2006.

FARIA, F.; SANTOS, R.S; VIANA, L.M (2006). **Consumo de *Camellia sinensis* em população de origem oriental e incidência de doenças crônicas.** Revista de Nutrição, v. 19, n.2

FERREIRA, R. H. **Inovação em cervejas especiais na Região Metropolitana de Belo Horizonte.** Dissertação de Mestrado Profissional em Administração das Faculdades Integradas de Pedro Leopoldo. Pedro Leopoldo: FIPEL, 2010. Disponível em: [http://www.fpl.edu.Br/2013/media/pdfs/mestrado/dissertacoes\\_2010/dissertacao\\_rube ns\\_hermogenes\\_ferreira\\_2010.pdf](http://www.fpl.edu.Br/2013/media/pdfs/mestrado/dissertacoes_2010/dissertacao_rube ns_hermogenes_ferreira_2010.pdf). Acesso em 16 de setembro de 2017.

FRANCO, Luciana. **Ambev estimula o cultivo de cevada no Sul.** Revista Globo Rural – 28 de dezembro de 2011. Rio de Janeiro: Editora Globo, 2011. Disponível em: <http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,,EMI282800-18282,00-AMBEV>



+ESTIMULA+O+CULTIVO+DE+CEVADA+NO+SUL.html. Acesso em 30 de dezembro de 2017.

FROEHLICH, J. **An Easy Guide to Beer: Styles, Terms, History**. Disponível em: <<https://www.primermagazine.com/2012/learn/an-easy-guide-to-beer-styles-terms-history>>. Acesso em: 5 nov. 2017.

GAZETA DO POVO. **Este gráfico mostra como 4 empresas dominaram o mercado de cerveja no Brasil**. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/economia/este-grafico-mostra-como-4-empresas-dominaram-o-mercado-de-cerveja-no-brasil-9ldacjmcqqr1jon9jyrj555gc>>. Acesso em: 15 out. 2017.

GLOBO.COM. **A revolta que fez nascer a cerveja predileta no mundo inteiro**. Disponível em: <<http://g1.globo.com/especial-publicitario/somos-todos-cervejeiros/noticia/2016/07/revolta-que-fez-nascer-cerveja-predileta-no-mundo-inteiro.html>>. Acesso em: 3 nov. 2017.

GLOBO.COM. **Como a Pilsen inspirou outros estilos de cerveja**. Disponível em: <<http://g1.globo.com/especial-publicitario/somos-todos-cervejeiros/noticia/2016/07/como-Pilsen-inspirou-outros-estilos-de-cerveja.html>>. Acesso em: 3 nov. 2017.

GRANDE Enciclopédia Larousse Cultural. Rio de Janeiro: Nova Cultural, 1998, Vol 6, p.1308

GRUPO PETRÓPOLIS. **História - Grupo Petrópolis**. Disponível em: <<http://www.grupopetropolis.com.br/empresa/historia/>>. Acesso em: 15 set. 2017.

GUIMARÃES, R. D. **Ação Antioxidante in Vitro e In Vivo da Camellia sinensis nas formas de chá verde, chá preto e chá branco**. Dissertação de Mestrado em Ciência dos Alimentos. Lavras: UFLA, 2011. Disponível em: <[http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/4598/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O\\_A%C3%A7%C3%A3o%20antioxidante%20in%20vitro%20e%20in%20vivo%20da%20Camellia%20sinensis%20nas%20formas%20de%20ch%C3%A1%20verde%20ch%C3%A1%20preto%20e%20ch%C3%A1%20branco....pdf](http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/4598/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_A%C3%A7%C3%A3o%20antioxidante%20in%20vitro%20e%20in%20vivo%20da%20Camellia%20sinensis%20nas%20formas%20de%20ch%C3%A1%20verde%20ch%C3%A1%20preto%20e%20ch%C3%A1%20branco....pdf)>. Acesso em 03 de outubro de 2017.

HALES, S (organizador). **Cerveja e Filosofia**. 1 ed. Rio de Janeiro: Tinta Negra Bazar Editorial, 2010. 288 p

HEINEKEN BRASIL. **A Heineken**. Disponível em: <<http://www.heinekenbrasil.com.br/a-heineken>>. Acesso em: 15 out. 2017.

HOUGH, J.S. **Malting and brewing science**. 2.ed. 2: Hopped wort and beer. 2. ed. London:Chapman and Hall, 1982.

HUGHES, G. **Cerveja feita em casa: tudo sobre os ingredientes, os equipamentos e as técnicas para produzir a bebida em vários estilos**. São Paulo: Publifolha Editora, 2016.

IBGE. **Séries Estatísticas & Séries Históricas | IPCA - Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo**. Disponível em: <[https://seriesestatisticas.ibge.gov.br/lista\\_tema.aspx?op=0&no=11&de=52](https://seriesestatisticas.ibge.gov.br/lista_tema.aspx?op=0&no=11&de=52)>. Acesso em: 11 nov. 2017.

IRKIN, R e MIHRIBAN, K. **Growth Inhibition of Pathogenic Bacteria and Some Yeasts by Selected Essential Oils and Survival of *L. monocytogenes* and *C. albicans* in Apple–Carrot Juice**. Foodborne Pathogens and Disease, v.6, n3, EUA, 2009.

JANZANTTI, N. S. **Compostos Voláteis e Qualidade de Sabor da Cachaça**. Universidade Estadual de Campinas. São Paulo, 2004.

JUNIOR, A. S. V. **Bebidas Alcoólicas: Cerveja**. Disponível em: <[https://www.bnb.gov.br/documents/80223/1138347/2\\_cerveja.pdf/6f5fc80c-fc23-2da8-5b7b-97e3302c6554](https://www.bnb.gov.br/documents/80223/1138347/2_cerveja.pdf/6f5fc80c-fc23-2da8-5b7b-97e3302c6554)>. Acesso em: 4 nov. 2017.

JUSTO, O. R.; MORAES, A. M. **Avaliação do potencial antioxidante de estratos ativos de plantas obtidos por extração com fluido supercrítico**. Química Nova, 31 (7): 1699-1705, 2008.

KUNZE, W. **Technology brewing and malting**. Berlin: VLB Berlin, 1999.726 p

LAMAS, D. **Dicas sobre o uso de densímetros e refratômetros**. Disponível em:<<http://loja.lamasbrewshop.com.br/blog/2014/05/dicas-sobre-o-uso-de-densimetros-e-refratometros.html>>Acesso em 08 de setembro de 2017.

LEMOs JÚNIOR, H. P.; LEMOS, A. L. A. **Hortelã**. Revista Diagnóstico e Tratamento. São Paulo: APM, 2012. Disponível em: <http://files.bvs.br/upload/S/1413-9979/2012/v17n3/a3102.pdf>. Acesso em 03 de setembro de 2017.

MADDEN, D. **Cerveja de gengibre: uma bebida refrescante, fermentada e de baixo teor alcoólico**. Reading: University of Reading, 2007. Disponível em: <http://www.cienciaviva.pt/projectos/volvox/pdfs/gengibre.pdf>. Acesso em 03 de outubro de 2017.

MARTINS, P. K. B.; FERREIRA, V. S. **Produção de cerveja artesanal com gengibre (Zingiber officinalis)**. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Tecnologia dos Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa: UTFPR, 2013. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/7511/1/PG\\_COALM\\_2013\\_1\\_09.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/7511/1/PG_COALM_2013_1_09.pdf)>. Acesso em 12 de outubro de 2017.

MATOS, R. A. G. **Produção de cervejas artesanais, avaliação de aceitação e preferência, e panorama do mercado**. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. 2011.

MORADO, R. **Larousse da Cerveja**. São Paulo: Larousse do Brasil, 1 ed, 2011.

NASCIMENTO, R. P. **Roteiro para fabricação de cerveja**. Apostila de aulas práticas. UFRJ, Rio de Janeiro. 2016

OLIVEIRA, M. et al. **Elaboração de Cerveja Artesanal a partir da substituição parcial do malte por mel**. Brazilian Journal of Food Research, 2015, v. 6, n.3,p 01-10. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.Br/rebrapa/article/viewFile/3475/pdf>> Acesso em 13 de setembro de 2017.

ONEBEER. **Refractometer**. Disponível em: <<http://onebeer.net/refractometer.shtml>> Acesso em 8 de setembro de 2017.

PALMER, J. J. **How to brew**. 1. ed, Boulder, CO: Brewers Publications. 2006.

PECUCH, M. Disponível em: <<https://www.plzen.eu/obcan/aktuality/aktuality-z-mesta/pred-200-lety-se-narodil-sladek-groll-jehoz-pivo-se-vyrazne-zapsalo-do-dejin-piva-a-dejin-plzne.aspx>>. Acesso em: 4 nov. 2017.

PERLINGEIRO, C. A. G. **Engenharia de Processos: Análise, Simulação, Otimização e Síntese de Processos Químicos**. Editora Blucher, São Paulo, 2005.

PILSNER URQUELL. **Age Gate**. Disponível em: <<http://pilsnerurquell.com/us/article/heritage>>. Acesso em: 3 nov. 2017.

PLANTAMED. **Limão Citrus limon (L.) Burm.f. – Limão-Siciliano**. Revista Eletrônica PLANTAMED, 2012. Disponível em: <http://www.ppmac.org/sites/default/files/limoeiro.pdf>. Acesso em 13 de setembro de 2017.

REINOLD, M. R. **Água: a base para uma boa cerveja**. Artigo do Site CERVESIA. Disponível em: <[https://www.cervesia.com.br/images/stories/img\\_imprensa/agua%20a%20base%20para%20uma%20boa%20cerveja.pdf](https://www.cervesia.com.br/images/stories/img_imprensa/agua%20a%20base%20para%20uma%20boa%20cerveja.pdf)> Acesso em 03 de setembro de 2017.

**RIO, R. F. Desenvolvimento de uma cerveja formulada com gengibre (*zingiber officinalis*) e hortelã do Brasil (*mentha aversis*): avaliação de seus compostos bioativos e comparação com dois estilos de cerveja existentes no mercado.**

Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: IFRJ, 2013. Disponível em: [http://www.ifrj.edu.br/webfm\\_send/7052](http://www.ifrj.edu.br/webfm_send/7052). Acesso em 16 de setembro de 2017.

**REDA, S. Y. et al. Caracterização dos óleos das sementes de limão rosa (*citrus limonia osbeck*) e limão siciliano (*citrus limon*), um resíduo agroindustrial.** Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos- out-dez 2005, p 672-676. Campinas: SBCTA, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v25n4/27634.pdf>. Acesso em 02 de novembro de 2017.

**SANTOS, E. R. V. D. Tudo Sobre Moagem de Malte.** Disponível em: <https://maltenocaneco.com.br/2016/02/12/tudo-sobre-moagem-de-malte-e-brinde-comemorativo-1000-views/>. Acesso em: 10 out. 2017.

**SANTOS, S. P. Os Primórdios da Cerveja no Brasil.** Cotia: Ateliê Editorial. 1 ed., 2003.

**SEBRAE. Como montar uma microcervejaria | Sebrae.** Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/como-montar-uma-microcervejaria,8f387a51b9105410VgnVCM1000003b74010aRCRD>. Acesso em: 9 nov. 2017.

**SEBRAE. Planilha ajuda a fazer fluxo de caixa da sua empresa | Sebrae.** Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/planilha-ajuda-a-fazer-fluxo-de-caixa-da-sua-empresa,adf8d53342603410VgnVCM100000b272010aRCRD>. Acesso em: 18 nov. 2017.

**SEBRAE MERCADO. Potencial de consumo de cervejas no Brasil.** Disponível em: [http://www.sebraemercados.com.br/wp-content/uploads/2015/12/2014\\_05\\_20\\_RT\\_Mar\\_Agron\\_Cerveja\\_pdf.pdf](http://www.sebraemercados.com.br/wp-content/uploads/2015/12/2014_05_20_RT_Mar_Agron_Cerveja_pdf.pdf). Acesso em: 9 out. 2017.

**SILVA, Hiury Araújo; LEITE, Maria Alvim; PAULA, Arlete Rodrigues Vieira de. Cerveja e Sociedade.** Contexto da Alimentação – Revista de Comportamento, Cultura e Sociedade. Vol. 4 nº2 – Março de 2016. São Paulo: Centro Universitário SENAC.

Disponível em: [http://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistacontextos/wp-content/uploads/2016/03/73\\_CA\\_artigo\\_revisado.pdf](http://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistacontextos/wp-content/uploads/2016/03/73_CA_artigo_revisado.pdf). Acesso em 01 de dezembro de 2017.

SCHUINA, G. L. et al. **Avaliação do potencial de utilização de Chá Verde como substituto parcial ou total do lúpulo em cerveja tipo pilsner**. In; ANAIS do Congresso Latino Americano e Brasileiro de Ciência e Mercado Cervejeiro 2016. Blumenau: CERVECON, 2016. Disponível em: <http://www.cervecon.com.br/Uploads/anais.pdf>. Acesso em 03 de setembro de 2017.

SINDICERV. **Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja – Tipos de cerveja**. Disponível em: <http://www.sindicerv.com.br/tipo-cerveja.php>. Acesso em: 5 nov. 2017.

SOUZA, M. V. A. LANG, R. A. S. **Plano de Negócios de uma Cervejaria Artesanal na Cidade do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2014. 72 p. Projeto de Graduação (Escola Politécnica). Universidade Federal do Rio de Janeiro.

SOUZA, R. G. **Lei Seca dos EUA**. Artigo do Site Mundo Educação. Disponível em: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/historia-america/lei-seca-dos-eua.htm>. Acesso em 03 de outubro de 2017.

STEWART, G.G. e RUSSEL, I. **An Introduction to Brewing Science e Technology**. Series III. Brewer's Yeast. The Institute of Brewing, 1998

STRYER, L. **Bioquímica**. Standford University. Editora Guanabara Koogan, 4 ed, p. 446-447, Rio de Janeiro, RJ. 1996.

TIMMERHAUS, K. D. PETERS, M. S. **Plant Design And Economics For Chemical Engineers, (4ª ed.)**. McGraw-Hill. 1991.

TORTORA, J. T. FUNKE, B. R. CASE, C. L. **Microbiologia**. Artmed Editora. 6ed, p. 132-135, Porto Alegre, RS. 2003.

TSCHOPE, E. C. **Microcervejarias e cervejarias: a história, a arte e a tecnologia**. São Paulo: Aden Editora, 2001, 224 p

VSE.CZ, V. Disponível em: [https://msed.vse.cz/cz/social\\_activities](https://msed.vse.cz/cz/social_activities). Acesso em: 3 nov. 2017.

YUNES, R.A; CALIXTO, J.B. **Plantas Medicinais sob a ótica da Química Medicinal Moderna**. Chapecó: Argos, 2011.

## **9. Apêndice**

### **9.1 Ficha de avaliação utilizada na degustação**

#### **9.1.1 Perfil do consumidor**

##### **1- Gênero**

- 1) Masculino
- 2) Feminino
- 3) Outros

##### **2- Faixa etária**

- 1) 18 a 20
- 2) 21 a 25
- 3) 26 a 30
- 4) 30 a 35
- 5) 36 a 41
- 6) 41 +

##### **3- O quanto você se considera um(a) conhecedor(a) de cerveja?**

- 1) Não conheço
- 2) Iniciante
- 3) Intermediário
- 4) Avançado

##### **4- Qual a frequência, em média, com que você consome cervejas especiais / artesanais?**

- 1) Menos de uma vez por mês
- 2) Uma vez por mês
- 3) Duas vezes por mês
- 4) Três vezes por mês
- 5) Quatro vezes por mês
- 6) Mais de quatro vezes por mês

### 9.1.2 Perfil da cerveja

Cerveja analisada: \_\_\_\_\_ 1 \_\_\_\_\_

5- Classifique de 0 a 5, com 0 sendo péssimo e 5 sendo excelente, as características da cerveja

Corpo	
Espuma	
Gás	
Cor	
Aroma	
Sabor	
Classificação Geral	

6- O que sentiu de diferente na cerveja (aroma e sabor):

- |              |              |                                  |
|--------------|--------------|----------------------------------|
| 1) Herbais   | 6) Cereais   | 11) Temperos (noz, coentro, etc) |
| 2) Chá Verde | 7) Álcool    | 12) Outros:                      |
| 3) Florais   | 8) Manteiga  |                                  |
| 4) Cítrico   | 9) Chocolate | _____                            |
| 5) Mel       | 10) Gengibre | _____                            |

7- O que achou do rótulo da cerveja?

- 1) Não gostei
- 2) Indiferente
- 3) Gostei
- 4) Gostei bastante

8- Pela aparência e design do rótulo, você compraria essa cerveja?

- 1) sim
- 2) Indiferente
- 3) não

9- Quanto você estaria disposto a pagar por essa cerveja (500 ml)?

- 1) Entre R\$ 15,50 e R\$ 18,00
- 2) Entre R\$ 18,01 e R\$ 21,00
- 3) Entre R\$ 21,01 e R\$ 24,00
- 4) Acima de R\$24,01
- 5) Não compraria

10- Você considerou a cerveja refrescante?

1) Sim

2) Não

### 9.1.3 Perfil da cerveja

Cerveja analisada: \_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_

**11- Classifique de 0 a 5, com 0 sendo péssimo e 5 sendo excelente, as características da cerveja**

Corpo	
Espuma	
Gás	
Cor	
Aroma	
Sabor	
Classificação Geral	

**12- O que sentiu de diferente na cerveja (aroma e sabor):**

1) Herbais

6) Cereais

11) Temperos (noz, coentro, etc)

2) Chá Verde

7) Álcool

12) Outros:

3) Florais

8) Manteiga

4) Cítrico

9) Chocolate

\_\_\_\_\_

5) Mel

10) Gengibre

\_\_\_\_\_

**13- O que achou do rótulo da cerveja?**

1) Não gostei

2) Indiferente

3) Gostei

4) Gostei bastante

**14- Pela aparência e design do rótulo, você compraria essa cerveja?**

1) sim

2) Indiferente

3) não

**15- Quanto você estaria disposto a pagar por essa cerveja (500 ml)?**

1) Entre R\$ 15,50 e R\$ 18,00

2) Entre R\$ 18,01 e R\$ 21,00

3) Entre R\$ 21,01 e R\$ 24,00

4) Acima de R\$24,01

5) Não compraria

**16- Você considerou a cerveja refrescante?**

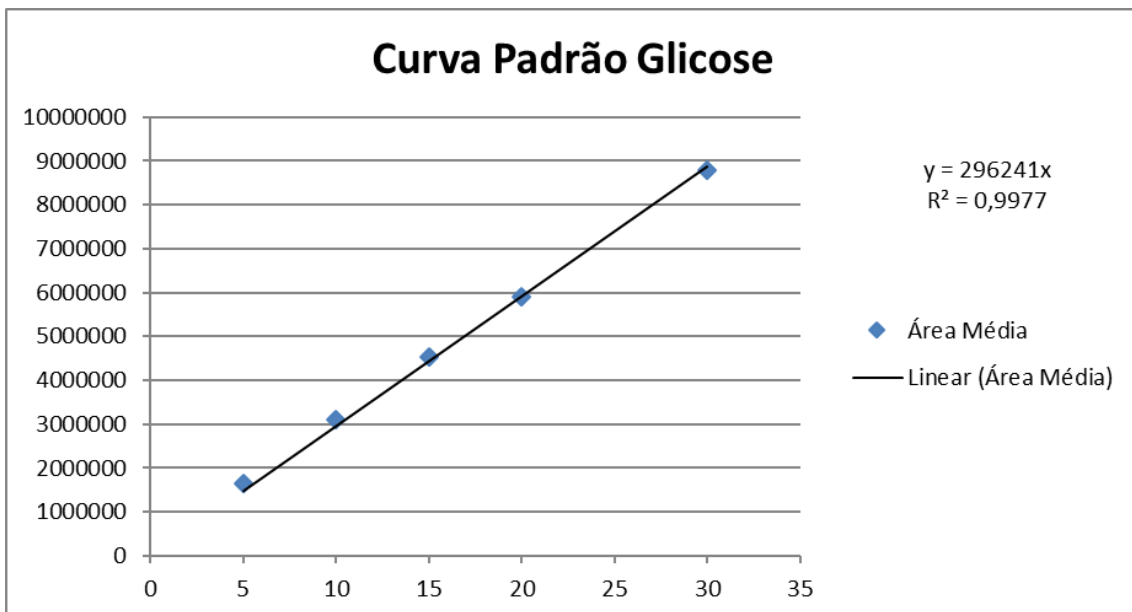
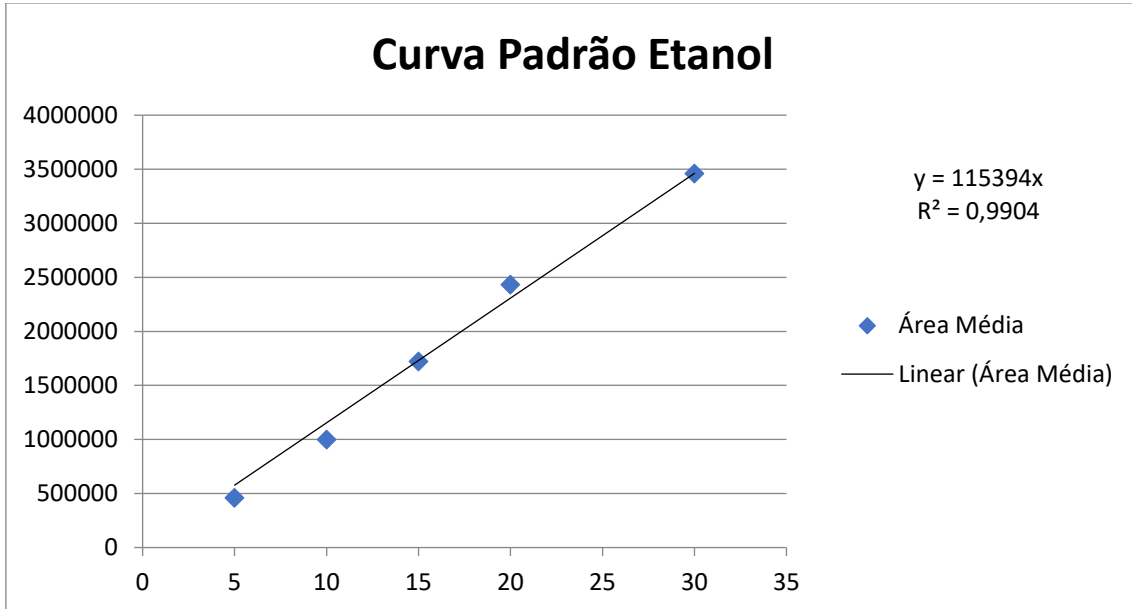


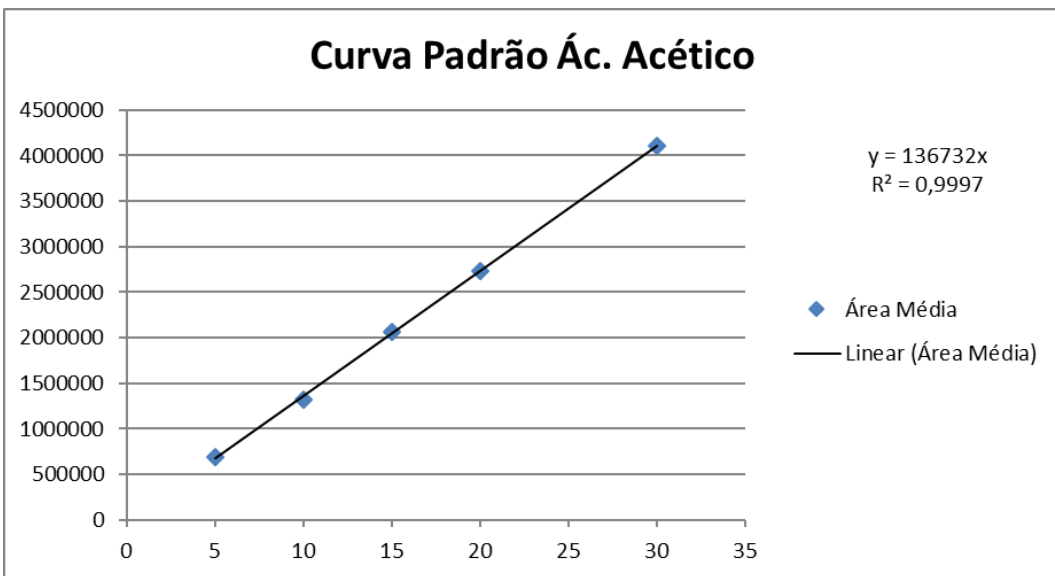
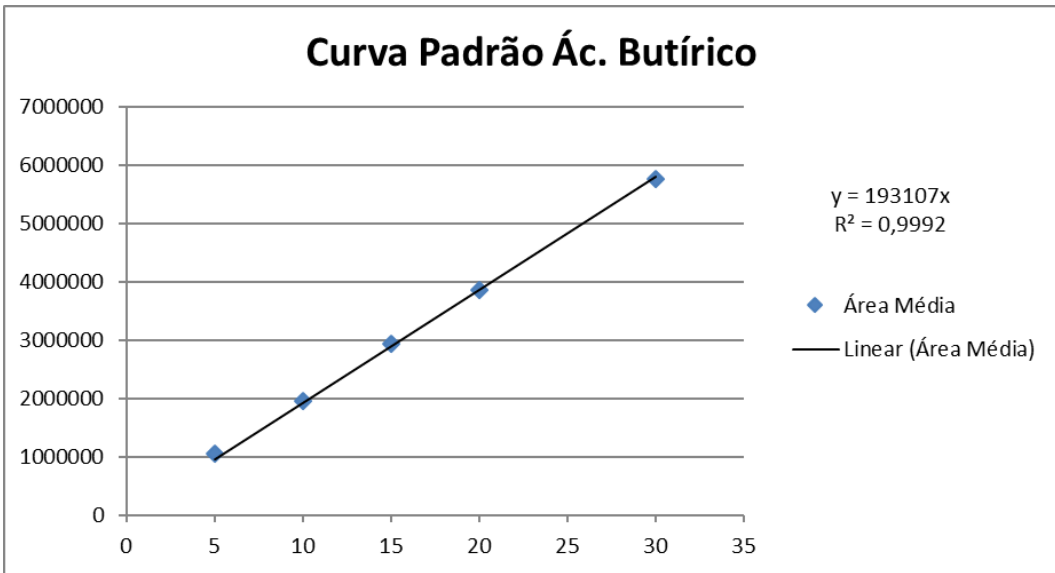
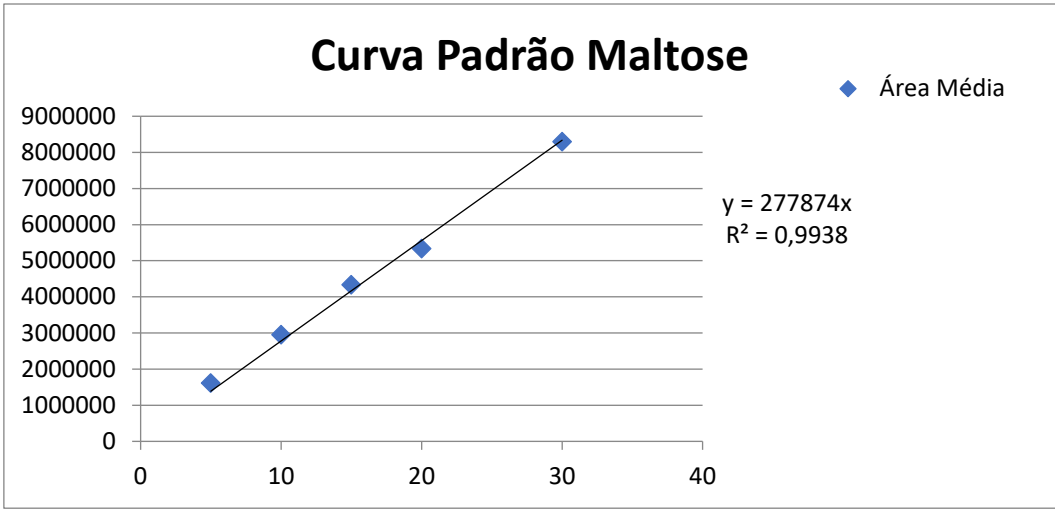
1) Sim

2) Não

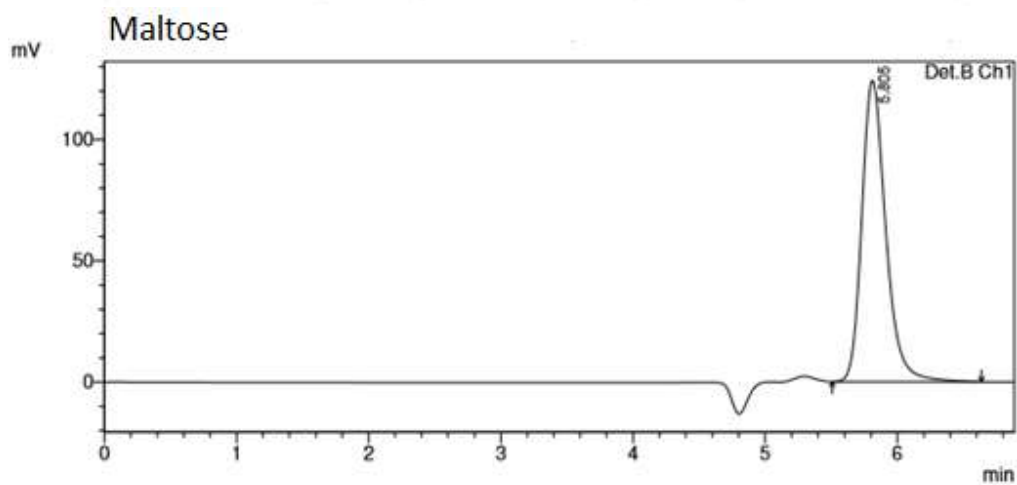
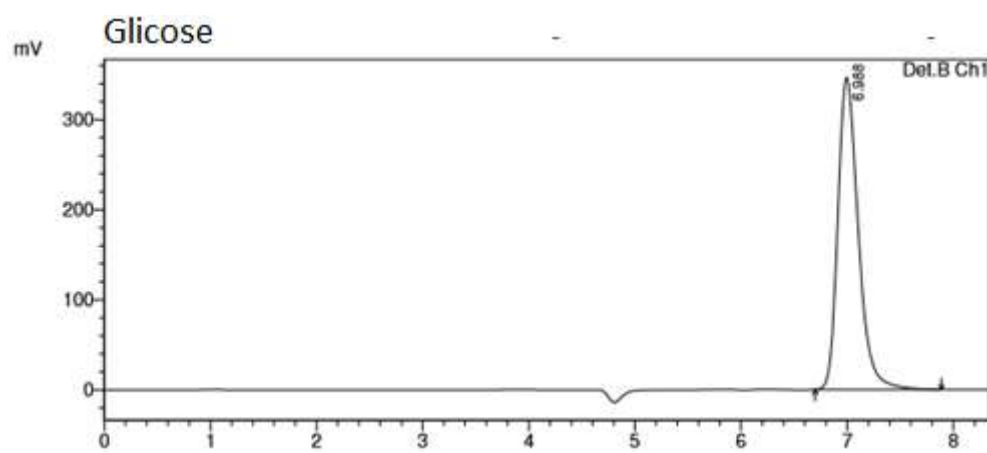
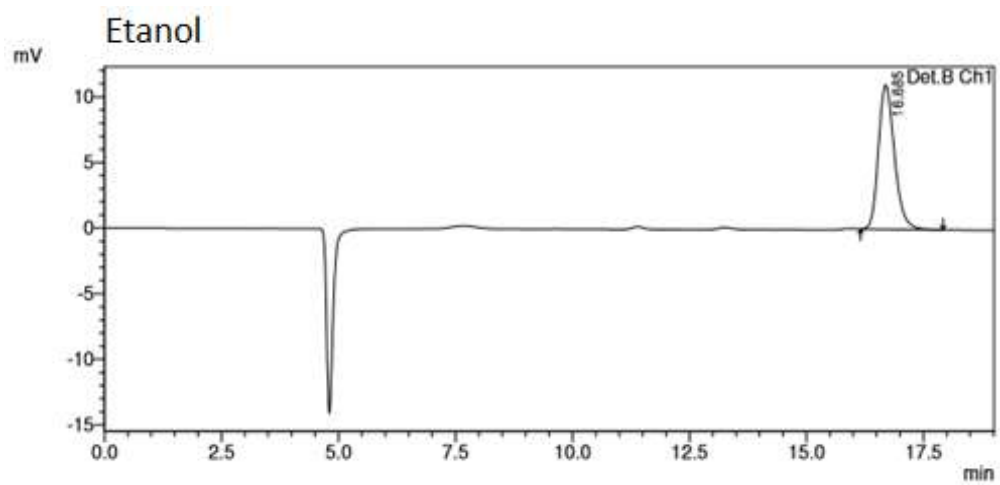
## 9.2 Análises cromatográficas (CLAE)

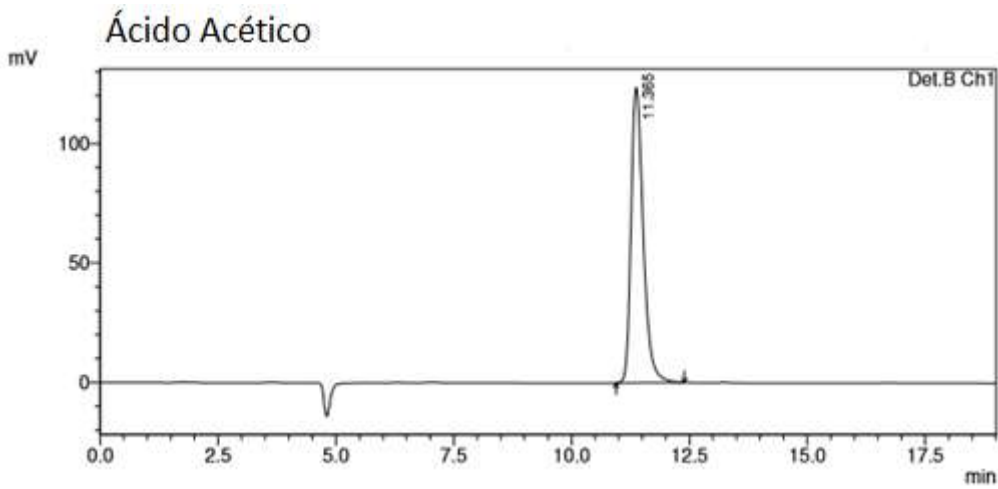
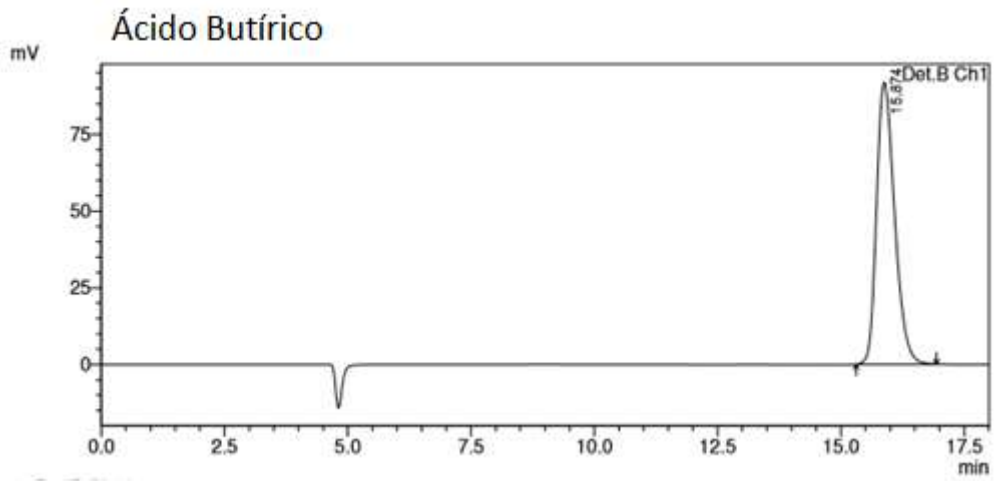
### 9.2.1 Curvas Padrão



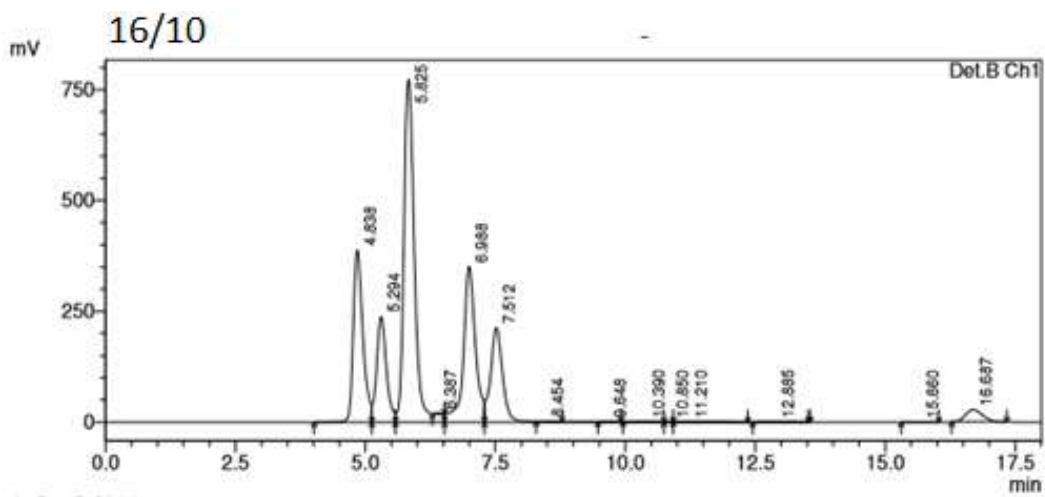


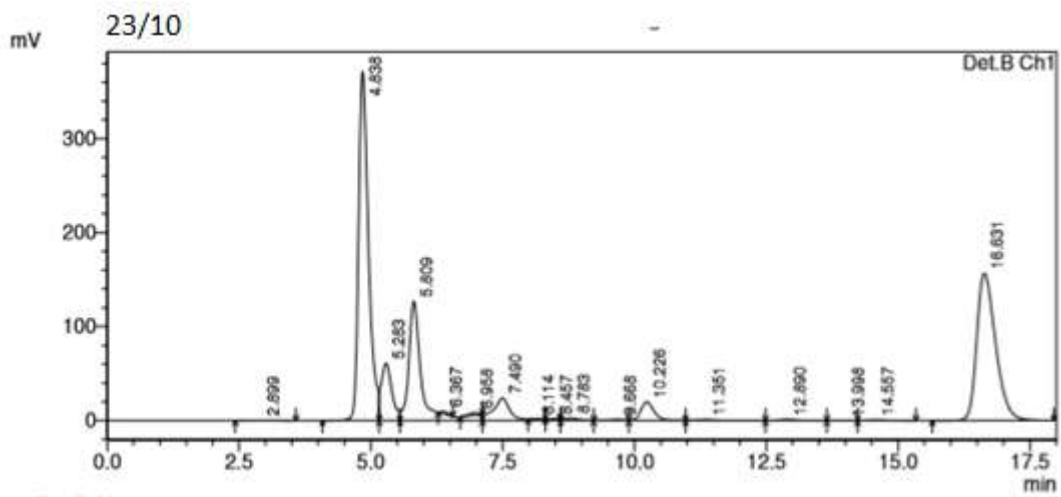
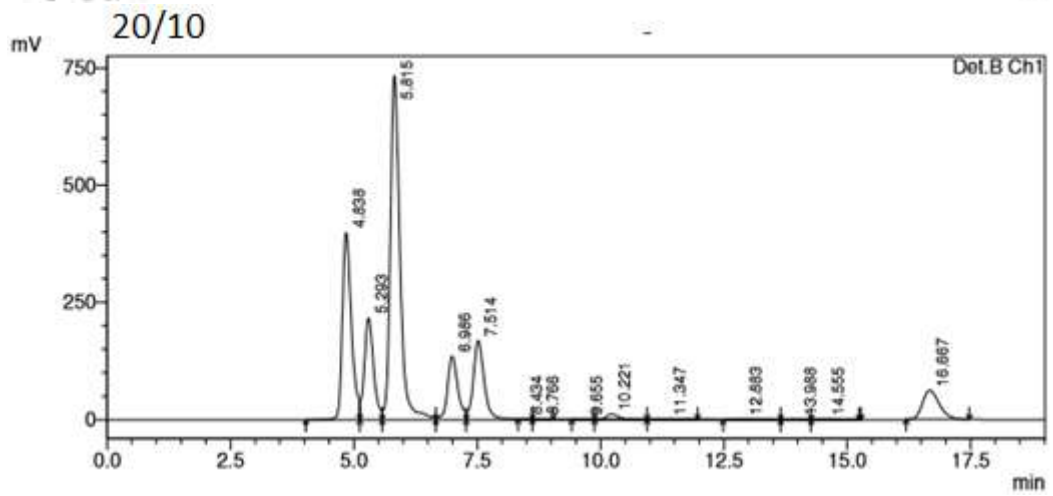
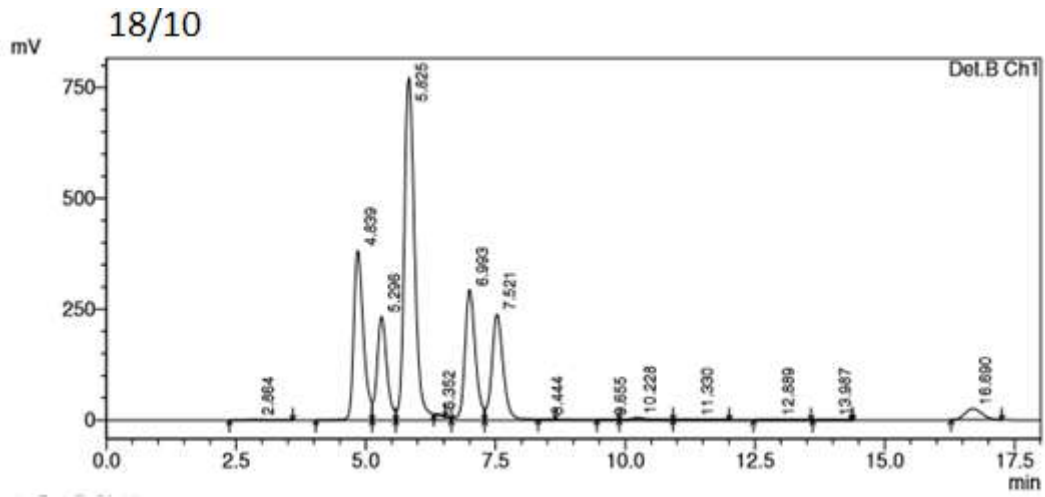
## 9.2.2 Padrões

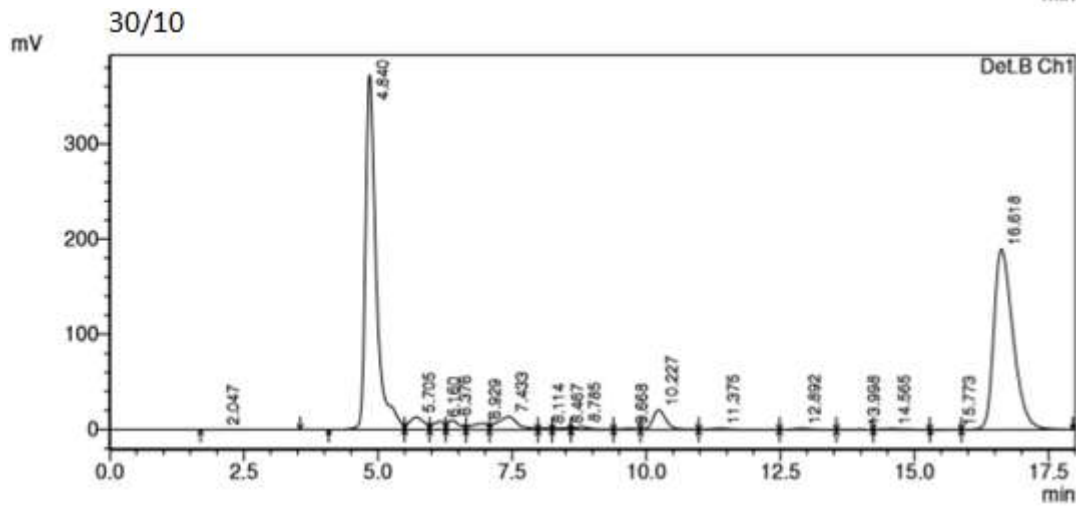
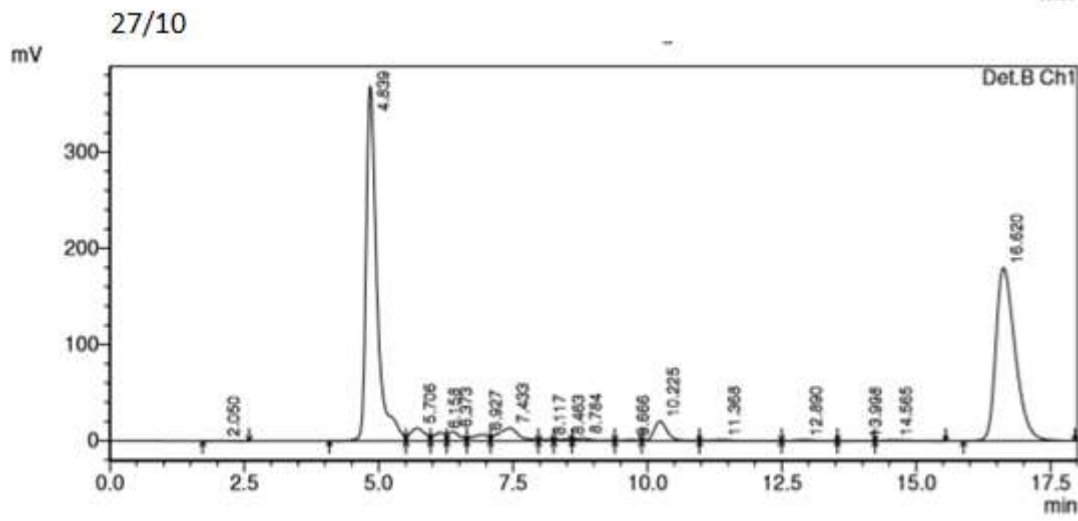
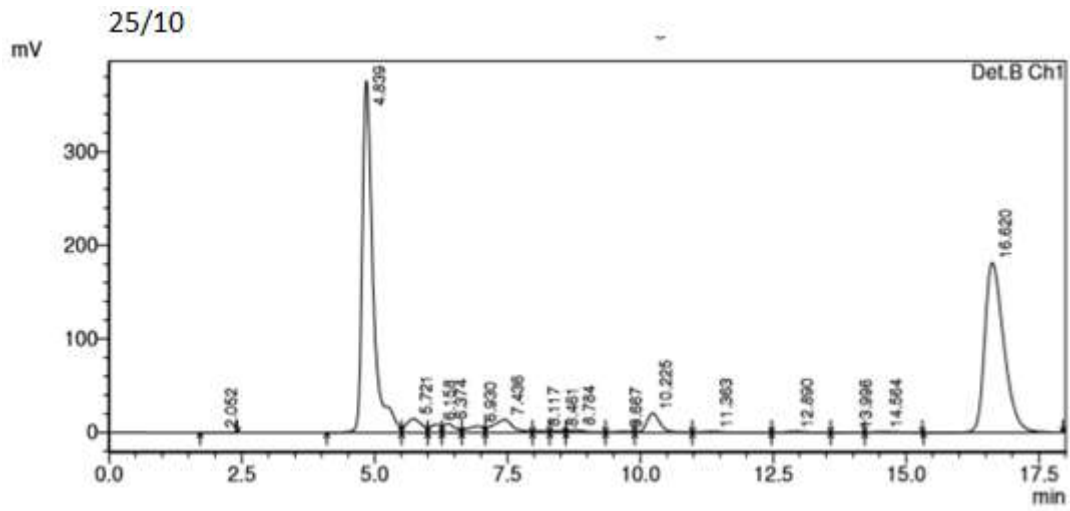


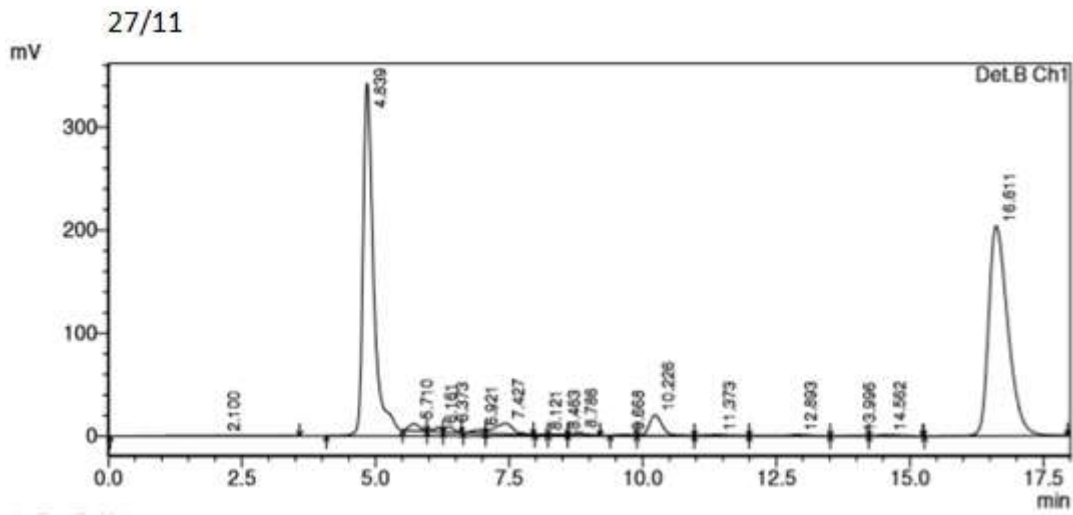


## 9.2.3 Bierne Fresh

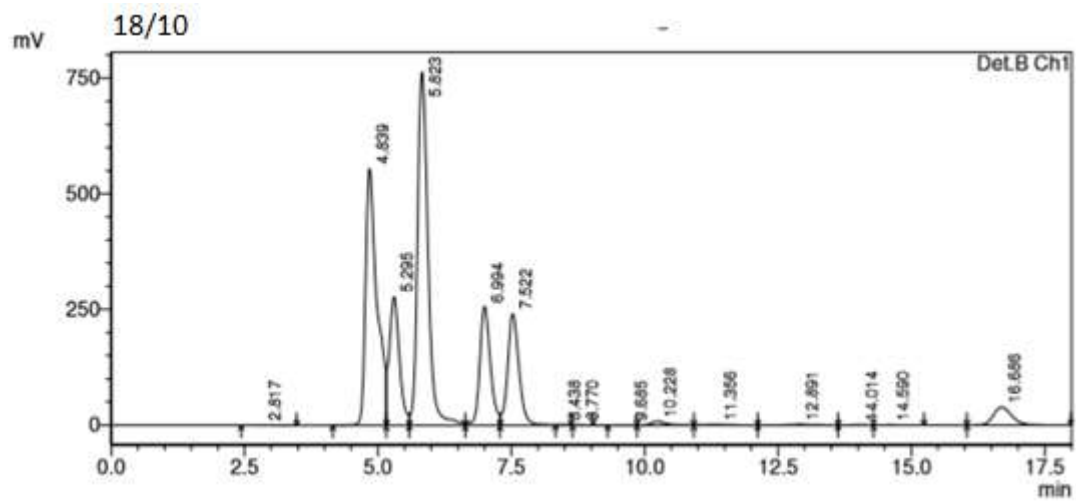
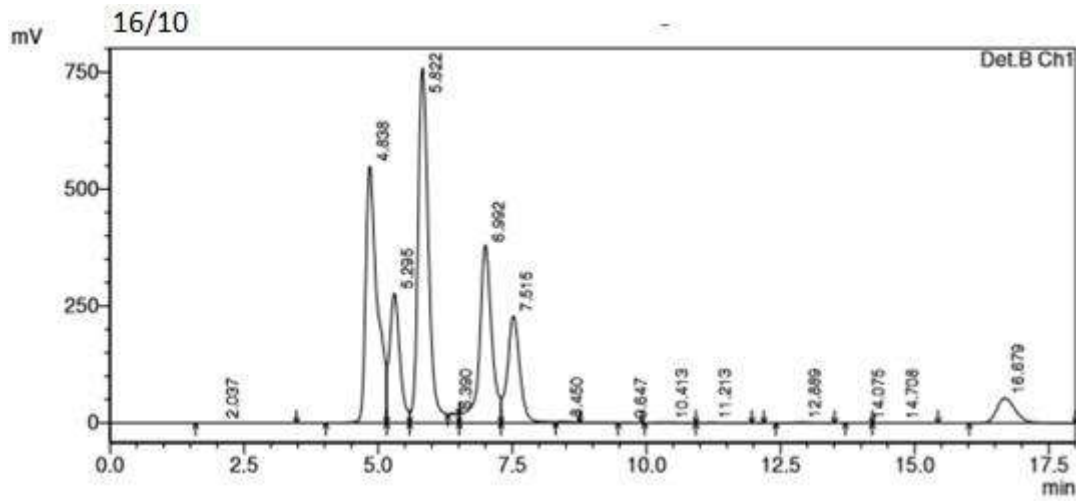


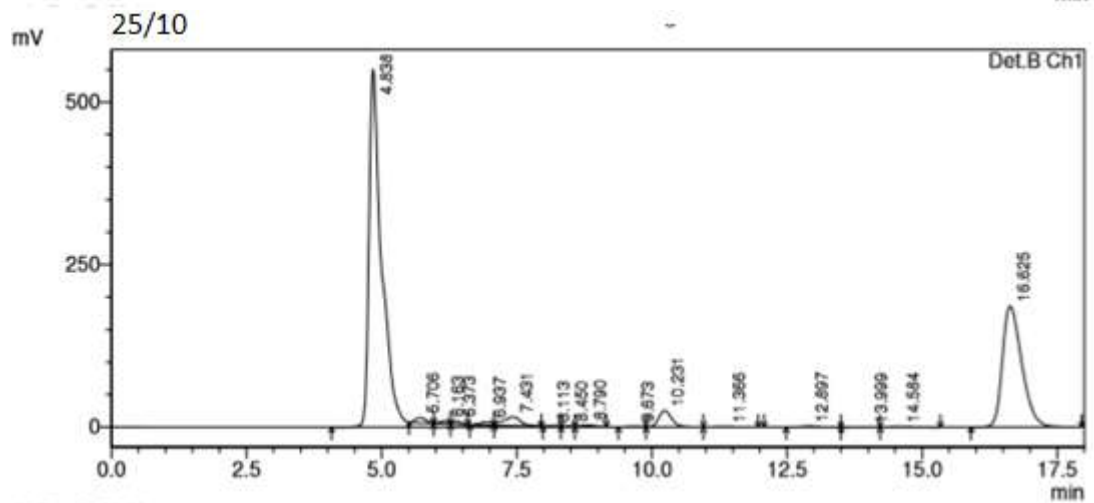
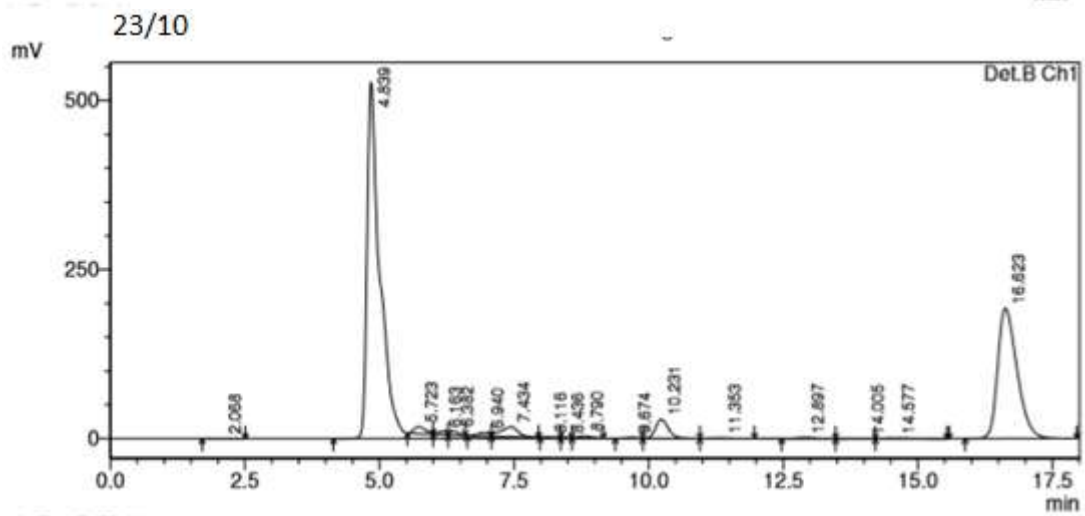
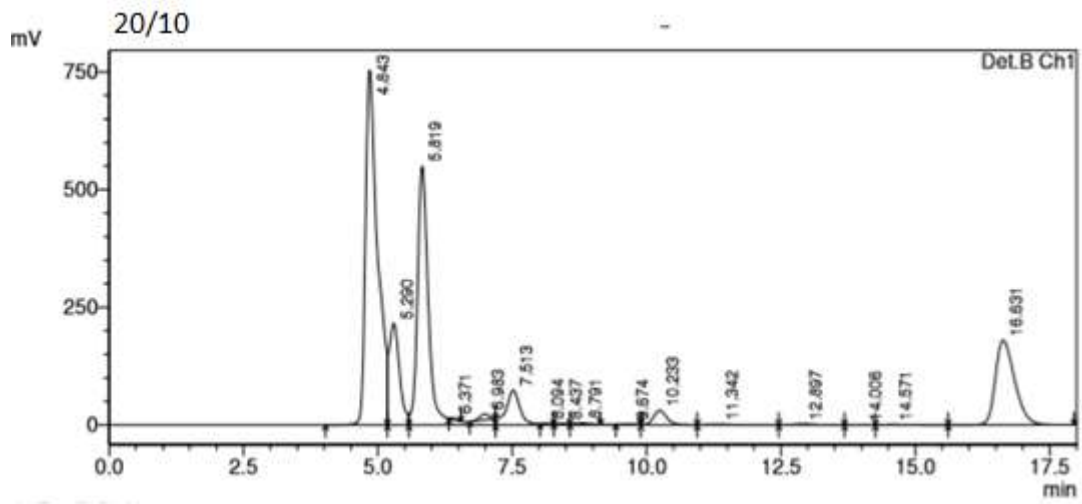




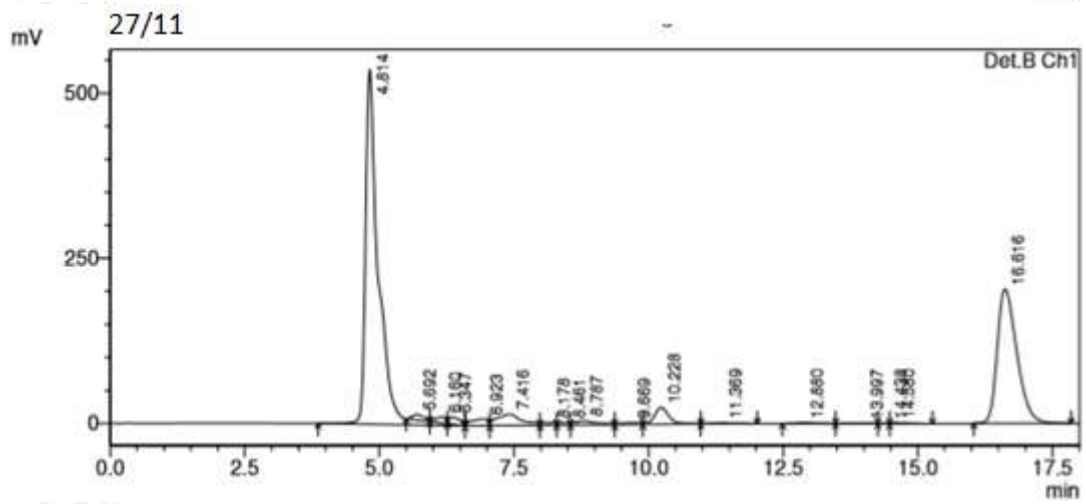
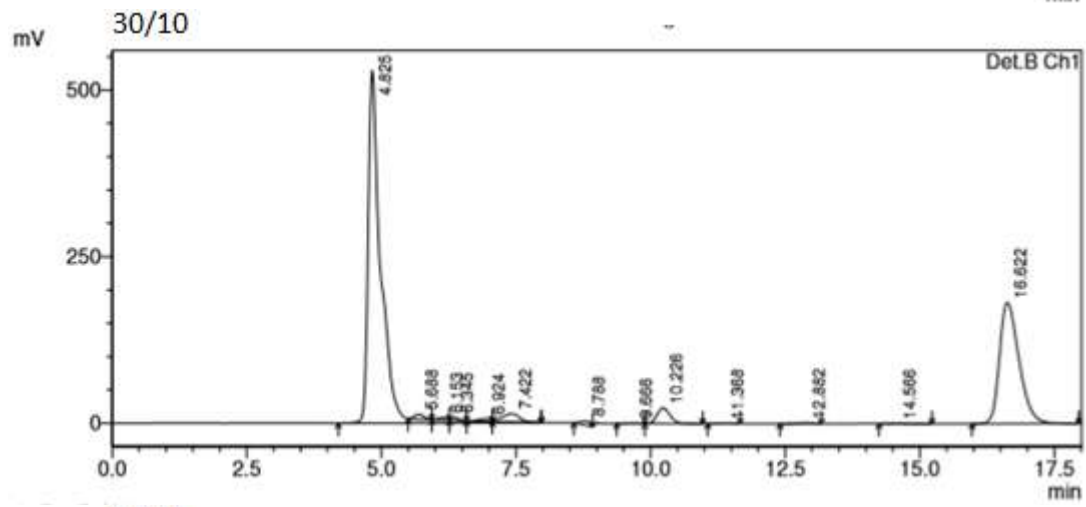
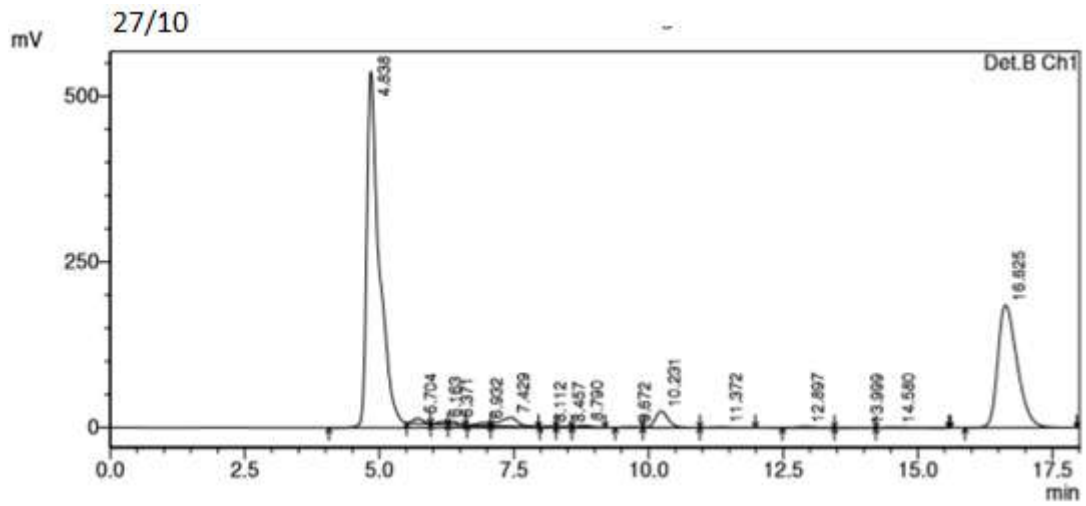


### 9.2.4 Bierne Green



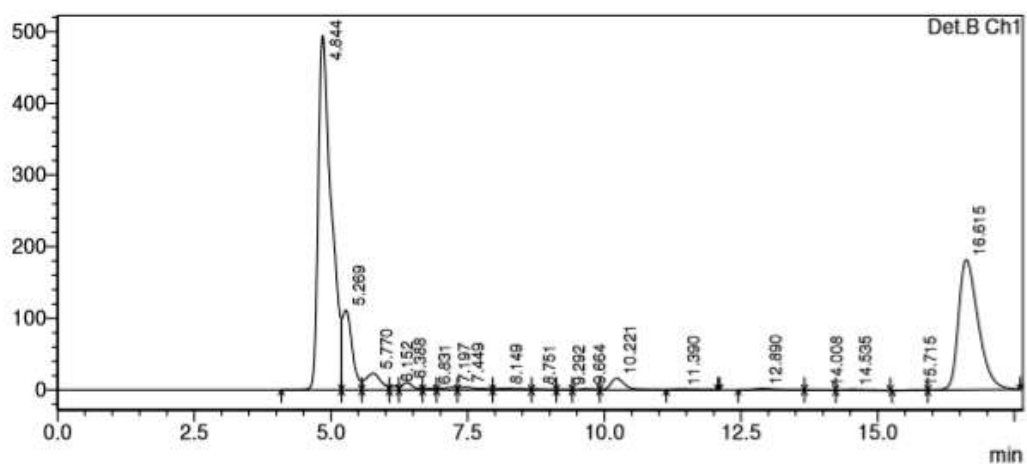






### 9.2.5 American Lager comercial

mV



### 9.3 Quadro correção de temperatura para a densidade

Fonte: Lamas, 2014

Temp °C	Correção	Temp °C	Correção	Temp °C	Correção
1	-1,9	30	2,5	59	14,3
2	-1,9	31	2,8	60	14,8
3	-1,8	32	3,1	61	15,3
4	-1,8	33	3,4	62	15,8
5	-1,8	34	3,7	63	16,4
6	-1,7	35	4,1	64	16,9
7	-1,7	36	4,4	65	17,5
8	-1,6	37	4,8	66	18
9	-1,6	38	5,1	67	18,6
10	-1,5	39	5,5	68	19,1
11	-1,4	40	5,9	69	19,7
12	-1,3	41	6,2	70	20,3
13	-1,2	42	6,6	71	20,8
14	-1,1	43	7	72	21,4
15	-0,9	44	7,4	73	22
16	-0,8	45	7,8	74	22,6
17	-0,6	46	8,3	75	23,2
18	-0,4	47	8,7	76	23,8
19	-0,2	48	9,1	77	24,4
20	0,0	49	9,5	78	25
21	0,2	50	10	79	25,7
22	0,4	51	10,4	80	26,3
23	0,6	52	10,9	81	26,9
24	0,9	53	11,4	82	27,6
25	1,1	54	11,8	83	28,2
26	1,4	55	12,3	84	28,9
27	1,6	56	12,8	85	29,5
28	1,9	57	13,3	86	30,2
29	2,2	58	13,8	87	30,9