

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA**

**GLEISON VIEIRA DUTRA**

**DESENVOLVIMENTO DE UM PROTOCOLO PARA A PRODUÇÃO DE CERVEJA  
UTILIZANDO UVAIA (*Eugenia pyriformes*) COMO ADJUNTO DE SABOR E  
AROMA**

São Gabriel  
2017

**GLEISON VIEIRA DUTRA**

**DESENVOLVIMENTO DE UM PROTOCOLO PARA PRODUÇÃO DE CERVEJA  
UTILIZANDO UVAIA (*Eugenia pyriformes*) COMO ADJUNTO DE SABOR E  
AROMA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Biotecnologia da Universidade Federal do Pampa campus São Gabriel como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Biotecnologia.

Orientador: Juliano Tomazzoni Boldo

São Gabriel  
2017

**GLEISON VIEIRA DUTRA**

**DESENVOLVIMENTO DE PROTOCOLO PARA PRODUÇÃO DE CERVEJA  
UTILIZANDO UVAIA (*Eugenia pyriformes*) COMO ADJUNTO DE SABOR E  
AROMA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao curso de Biotecnologia da  
Universidade Federal do Pampa campus  
São Gabriel como requisito parcial para  
obtenção do título de Bacharel em  
Biotecnologia.

Dissertação defendida e aprovada em: 29 de junho de 2017

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Juliano Tomazzoni Boldo  
Orientador

---

Prof. Dr. Jeferson Luis Franco  
UNIPAMPA

---

Prof. Dr. Luís Fabiano Santos da Costa  
UNIPAMPA

## RESUMO

A cerveja é a bebida alcoólica mais consumida no Brasil e somente em 2015 foram produzidos 13,8 bilhões de litros da bebida. Em 2013, a cerveja artesanal representava apenas 0,15 % do mercado cervejeiro, com previsão de alcançar até 2 % em 10 anos. As cervejas artesanais prometem trazer ao mercado um produto com melhores características sensoriais, com aroma, corpo e amargor diferenciados, nesse sentido a utilização de adjuntos possui um papel chave, pois podem acrescentar à cerveja características sensoriais únicas para cada produto, além de elevarem o seu valor agregado. Existem dois tipos de adjunto: os adjuntos amiláceos, que irão fornecer carboidratos a serem utilizados pela levedura, e os adjuntos especiais, que tem função de dar aroma, sabor e cor à cerveja. Em geral e dependendo do estilo da cerveja, frutos podem ser utilizados como adjunto. Frutos como maracujá (*Passiflora edulis*), jabuticaba (*Plinia cauliflora*) e laranja (*Citrus sinensis*) já foram utilizados com sucesso. A uvaia (*Eugenia pyriformes*) é um fruto de ocorrência nos estados do Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo que possui sabor cítrico, sendo muito utilizada na produção de sucos, iogurte e geleias. Nosso objetivo com este trabalho é desenvolver um protocolo para produção de cerveja artesanal utilizando uvaia como adjunto de sabor e aroma. O estilo para o desenvolvimento do protocolo foi o IPA (*India Pale Ale*), uma cerveja geralmente clara e fortemente lupulada. E como adjunto selecionamos geleia de uvaia. Inicialmente, os maltes, lúpulos e leveduras foram selecionados para preservar as características do estilo conforme o BJCP (*Beer Judge Certification Program*). Foram utilizados os maltes Pale Ale e Crystal, os lúpulos Columbus, Amarillo e Chinook em diferentes proporções e a levedura Safbrew Abbaye Fermentis BE-256. O adjunto de sabor e aroma foi adicionado em duas concentrações finais diferentes (14,4 g/L e 54 g/L), adicionados durante a segunda fermentação e no estágio pré-priming ou somente no estágio pré-priming. Como resultado, foram obtidos fermentados com a coloração esperada conforme o EBC (*European Brewery Convention*), que variaram entre 10 e 11,7. A gravidade dos diferentes mostos variou entre 1.053 (OG) e 1.003 (FG) antes e após a fermentação, respectivamente. O IBU (*International Bitterness Unit*) é o valor utilizado para medir o amargor da cerveja, que variou entre 80 e 100. As cervejas obtidas apresentaram APV (Álcool Por Volume) entre 5,16% e 7%. Obteve-se dessa forma, uma bebida equilibrada com sabor e aroma característicos, utilizando a uvaia,

um fruto nativo brasileiro.

Palavras chave: Cervejas especiais. Beer. Uvaia. IPA. Lúpulo.

## RÉSUMÉ

La bière est la boisson plus consommée au Brésil, 13,8 billion de litres en ont été produits en 2015. En 2013, la bière artisanale a représenté seulement 0,15% du marché de la bière, avec la prévision d'atteindre une part de marché équivalente à 2% en 10 ans. Les bières artisanales promettent d'apporter au marché un produit avec de meilleures caractéristiques sensorielles, avec un arôme, corps et amertume qui les différencient des bières industrielles. En ce sens, l'utilisation des additifs joue un rôle clé, car ils peuvent ajouter à la bière des caractéristiques sensorielles unique à chaque produit, en plus d'augmenter leur valeur ajoutée. Il y a deux sortes d'additifs: les additifs amylacés, qui vont fournir le sucre, utilisés par les levures, et les additifs spéciaux, qui ont le rôle de apporter des arômes, saveur et couleur à la bière. Habituellement, et en fonction du style de la bière, des fruits peuvent être utilisés en tant qu'additif. Certains fruits, comme par exemple les fruits de la passion (*Passiflora edulis*), le jaboticaba (*Plinia cauliflora*) et l'orange (*Citrus sinensis*) ont été déjà utilisés avec succès. L'uvaia (*Eugenia pyriformes*) est un fruit brésilien natif des états du Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina et São Paulo qui a une saveur citrique, et qui est actuellement utilisé dans la production des jus de fruit, yaourts et des marmelades. Nos buts avec ce travail est de développer un protocole de production de bière artisanale en utilisant l'uvaia comme additif de saveur et arôme. L'objectif pour le développement du protocole sera une IPA (*India Pale Ale*), une bière habituellement claire et très houblonnée. Et la marmelade d'uvaia a été sélectionnée comme additif. Les malts, la levure et les houblons qui ont été choisis doivent préserver les caractéristiques du style selon le BJCP (*Beer Judge Certification Program*). Ont été utilisées les malts Pale Ale et Crystal, les houblons Columbus, Amarillo et Chinook en différentes proportions et la levure Safbrew Abbaye Fermentis BE-256. L'additif de saveur et arôme a été ajouté en deux concentrations finales (14,4 g/L et 54 g/L), ajouté pendant la deuxième fermentation et dans le pré-priming ou seulement dans le pré-priming. Comme résultat, il a été obtenu un fermenté avec la coloration attendue par le EBC (*European Brewery Convention*), qui varie entre 10 et 11,7. La gravité du moût a varié entre 1.053 (OG) et 1.003 (FG) avant et après la fermentation, respectivement. L'IBU (*International Bitterness Unit*) est utilisé pour mesurer l'amertume de la bière, il a varié entre 80 et 100. Les bières obtenues ont montré l'APV (Alcool Par Volume) entre 5,16 et 7 %. Une bière équilibrée, avec une saveur et

un arôme caractéristiques, en utilisant l'uvaia, une fruit native brésilien, a été ainsi obtenue.

Mot clés: Bière spéciale. Beer. Uvaia. IPA. Houblon.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>1.1 História</b> .....	9
<b>1.2 Cerveja hoje</b> .....	12
<b>1.3 Cervejas especiais</b> .....	14
<b>1.4 Ingredientes</b> .....	15
<b>1.4.1 Água</b> .....	15
<b>1.4.2 Malte</b> .....	18
<b>1.4.3 Lúpulo (<i>Humulus lupulus</i>)</b> .....	20
<b>1.4.4 Levedura</b> .....	21
<b>1.5 Produção de cerveja</b> .....	23
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	26
<b>2.1 Objetivo geral</b> .....	26
<b>2.2 Objetivos específicos</b> .....	26
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	27
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	31
<b>5 REFERÊNCIAS</b> .....	34



## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 História

Uma invenção que talvez tenha sido obra do acaso, a cerveja, surgiu há milhares de anos na Mesopotâmia, provavelmente de grãos germinados que foram estocados e sofreram fermentação espontânea dando origem a uma versão rudimentar da bebida que conhecemos hoje. <sup>1</sup>

No antigo Egito, a cerveja era produzida a partir de cevada, mel e ervas, podia ser bebida até mesmo para substituir a água, uma vez que a água encontrada no rio Nilo poderia ser imprópria para o consumo. Durante o processo de produção da cerveja, o mosto fervido e o álcool gerado durante a fermentação serviam como agentes antisséptico, eliminando micro-organismos nocivos. <sup>1</sup> Traduções de hieróglifos, como a descrita abaixo, fazem referências diretas à cerveja e sua influência na vida da época.

O pão que ele come nunca decai, e sua cerveja nunca envelhece. Ele come do pão da eternidade e bebe da cerveja eterna que os deuses comem e bebem. "Quando ela foi enviada a escola para ser ensinado, dia após dia, infalivelmente ela veio a professora trazendo a ela pão e cerveja de sua casa." "Perto dele está uma mesa de oferendas, de carne, frutas, flores e etc., e nos compartimentos superiores estão um número de vasos para vinho, cerveja, óleos e etc. <sup>2</sup>

Achados arqueológicos dão um panorama de como a cerveja era produzida, quais os ingredientes utilizados e pode-se até inferir qual o sabor que essas cervejas possuíam. Em escavações na China Foram encontrados vasos, funis e fogões com indícios de utilização na produção e armazenamento de cerveja há cerca de 5.000 anos. Bastante peculiar foi a descoberta de cevada no local, uma vez que o cereal não teria sido domesticado e usado como alimento na região naquela época, ou seja, a cevada teria sido trazida de outra região do globo e teria papel exclusivo como ingrediente da cerveja. <sup>3</sup>

Evidências químicas indicam que a produção de cerveja, juntamente com a produção de vinho, também fazia parte da rotina do povo Iraniano há cerca de

3.000 anos a.C. O teste de Feigl feito em vasos antigos detectou a presença de oxalato de cálcio, um sal de solubilidade em água de apenas 6mg/L a 18 °C, que é um subproduto da fermentação da cerveja e se acumula no fundo dos tanques de fermentação. A presença desse composto no fundo dos vasos sugere que os mesmos foram utilizados para fermentação de cerveja. <sup>4</sup>

Ao passar dos anos, mudanças significativas ocorreram na formulação das receitas de cerveja e na maneira como eram produzidas. O lúpulo é um exemplo dessas mudanças pois, apesar de ser ingrediente presente em todas as cervejas produzidas hoje, ele só foi introduzido no século IX. O lúpulo não foi aceito de imediato pela sociedade da época por diversos motivos, um deles era a dificuldade de balancear a proporção correta de lúpulo nas receitas. <sup>5</sup> Somente no século XII foi que o lúpulo começou a fazer parte dos ingredientes da cerveja, graças a Hildegarda de Bingen que viu o lúpulo com uma “planta excelente para a saúde” e “muito útil como conservantes para bebidas”. Utilizado para aroma e amargor da cerveja, temos hoje uma enorme variedade de lúpulos com as mais diversas características que conferem as cervejas autenticidade e originalidade em cada receita criada. <sup>6</sup>

Por volta dos séculos XIV e XV a produção de cerveja começou a ser ampliada, deixando agora de ser algo somente artesanal para se tornar uma atividade para o consumo em massa. Nessa época, começam a surgir *pubs* e monastérios produzindo cerveja para um público maior, visando até mesmo a exportação, permitida pela característica antimicrobiana. <sup>5</sup>

Em 1516 é promulgada, na Alemanha, a *Reinheitsgebot* ou Lei da Pureza da Baviera. Proposta por William IV, Duque da Baviera, é a mais antiga lei de alimentos que vigorou até 1993 quando um tribunal exigiu que a Alemanha, como parte da União Europeia, mudasse a lei. O principal argumento é que a lei em si não garante a qualidade da cerveja e fora criada não com o propósito de fazer uma boa cerveja, mas sim como uma maneira de garantir que o trigo e o centeio fossem utilizados somente como ingredientes para pães. Nos dias de hoje algumas cervejarias ainda seguem essa lei, mas de maneira informal como controle de qualidade do produto. A Lei da Pureza Baviera exige que as cervejas contenham apenas água, lúpulo e malte. A levedura até o momento não tinha sido descoberta e, portanto, não fazia parte da lei. A lei também estipulou o preço pelo qual a caneca de cerveja poderia ser vendida, preços os quais eram

baseados no tipo de cerveja e o tipo de estabelecimento que a vendia. Essa medida teve como objetivo facilitar a coleta de impostos pela venda do produto.<sup>7</sup>

8

Em meados do século XVI, um acontecimento importante daria novo rumo para a produção e armazenamento das cervejas, a descoberta das leveduras tipo *Lager*. Até o momento, toda a cerveja produzida era com a levedura conhecida como *Ale* (*Saccharomyces cerevisiae*). As leveduras do tipo *Ale* tendem a fermentar o mosto no topo das dornas de fermentação, por isso ditas de “alta fermentação” (*top fermenting*), além de terem atividade biológica ótima em temperaturas mais elevadas, em torno de 15 a 25 °C. Já as leveduras do tipo *Lager* tem atividade ótima em temperaturas mais baixas, em torno de 4 a 9 °C, além de fermentarem no fundo das dornas e, portanto, ditas de “baixa fermentação” (*bottom fermenting*).<sup>9</sup>

As leveduras tipo *Lager* são leveduras da espécie *Saccharomyces pastorianus*, uma espécie de levedura domesticada que teria sido originada da fusão de duas outras leveduras a *S. cerevisiae* e a *Saccharomyces eubayanus*.

10

Em pouco tempo, as cervejas tipo *Lager* passaram a ser as mais produzidas, um fato que pode ser observado pelo aumento na proporção de cervejarias que produziam esse tipo de cerveja. No ano de 1860 a produção de cerveja tipo *Lager* representava 32,5%, passando para 97,9% em apenas 10 anos.<sup>11</sup>

Devido às características alcançadas com as cervejas do tipo *Lager*, o consumo da bebida aumentou grandemente, elevando o status econômico da bebida. Na economia atual as grandes cervejarias detêm grande poder econômico uma vez que a cerveja é um produto de grande consumo e produzido em praticamente todo o mundo. Apesar das grandes cervejarias representarem a maior parte do mercado de cerveja, o tipo de cerveja produzido em larga escala é diferente daquele produzido por cervejarias artesanais, visto que a maioria das cervejas produzidas em escala industrial não possuem as mesmas características de sabores e as mesmas peculiaridades das produzidas artesanalmente. A busca por novos sabores e aromas, até mesmo o resgate da história da cerveja, faz surgir um novo tipo de mercado, que demanda tipos de cerveja distintos. Assim, surgem as cervejarias artesanais, que prometem levar sabores diferentes e

únicos aos consumidores, inovando a cada receita criada com seus ingredientes e sabores autênticos. <sup>12</sup>

## 1.2 Cerveja hoje

De acordo com o Artigo nº 36 do decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009, que regulamenta a Lei nº 8.918 de 14 de julho de 1994, 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”. O mesmo decreto determina que parte do malte de cevada possa ser substituída por adjuntos cervejeiros, cujo emprego é limitado a uma quantidade máxima de 45%. Consideram-se adjuntos cervejeiros a cevada cervejeira e os demais cereais aptos para o consumo humano, malteados ou não-malteados, bem como os amidos e açúcares de origem vegetal. O mesmo decreto regulamenta que cervejas acrescidas de algum suco vegetal deverão ser denominadas “cerveja com ...” acrescido do nome do vegetal. <sup>13</sup>

Resumidamente, para que haja a comercialização de uma cerveja artesanal, o estabelecimento deve primeiro consultar a prefeitura da cidade e verificar se é possível realizar esse tipo de atividade no local desejado. Solicitar junto a receita federal e estadual o CNPJ e inscrição estadual, respectivamente. Alvará de funcionamento junto a prefeitura, é nesse processo que o estabelecimento será inspecionado pela vigilância sanitária para averiguar as conformidades com as exigências da ANVISA. Ainda hoje a legislação não diferencia os estabelecimentos pelo seu tamanho, logo, os procedimentos legais a serem seguidos serão o mesmo independentemente do tamanho da nova cervejaria. <sup>13, 14</sup>

Em 2015, o Brasil ocupou o terceiro lugar em volume de produção com aproximadamente 13 bilhões de litros, ficando atrás apenas da China e Estados Unidos, que produziram 48 e 22 bilhões de litros, respectivamente. <sup>15</sup>

A cerveja representa hoje uma parcela significativa na economia de diversos países, como é o caso do Brasil, onde o setor representou, em 2014, 2% do Produto Interno Bruto (PIB). Nos EUA, o mercado de cerveja movimentou em 2015 um montante de U\$ 105.9 bilhões, sendo 21% desse mercado de cervejas artesanais. <sup>16</sup>

Alguns números macros do setor podem nos dar um panorama mais preciso da influência da indústria na economia do país. Os impostos pagos chegam a cerca de R\$ 21 bilhões por ano e mais de 2,7 milhões de empregos diretos e indiretos gerados. As 53 principais fábricas de cerveja do Brasil, que juntas representam 96% de toda cerveja produzida, compõe 15% da indústria de transformação nacional. <sup>16</sup>

Embora a importação de cevada e malte seja determinante para a produção de cerveja no Brasil, uma vez que não são produzidos em quantidade suficiente para suprir a demanda, uma área significativa de plantio de cevada pode ser observada no Brasil, cerca de 85.134 hectares em 2016. Apesar do recuo na área de plantio com relação à safra de 2015, 88.239 hectares (-7,6%), a safra ainda apresentou uma maior colheita, que saltou de 2.152 kg/ha em 2015 para 3.435 kg/ha em 2016. <sup>17</sup>

A cerveja é também a bebida alcoólica mais consumida pelos brasileiros, cujo consumo *per-capita* gira em torno de 68 L por ano. Uma posição que apresenta ainda um potencial de crescimento se compararmos com os países líderes nesse ranking, como a República Tcheca, a República das Seicheles e a Áustria com o consumo de 142, 114 e 104 litros, respectivamente. <sup>18, 19</sup>

Uma pesquisa de mercado demonstrou que 84% dos consumidores de cervejas artesanais consomem de 1 a 3 garrafas por situação de consumo. Pode ser inferido a partir desses dados que o aumento da parcela da população que consome cerveja artesanal pode representar um menor fator de risco à saúde, pois geralmente os clientes destes produtos evitam o consumo excessivo do mesmo. <sup>20</sup>

O *slogan* “beba com moderação” é disseminado de maneira vasta a fim de conscientizar o consumidor dos riscos que o excesso de álcool pode causar a saúde. Nesse cenário, o Conselho Nacional de Auto-regulamentação Publicitária (CONAR) tem como missão: “Impedir que a publicidade enganosa ou abusiva cause constrangimento ao consumidor ou as empresas e defender a liberdade de expressão comercial. ” Sobre a bebida alcóolica, o CONAR é o responsável por regulamentar a publicidade que circula em quaisquer meios de comunicação. A legislação imposta pelo CONAR abrange, mas não se limita a: princípio da proteção a crianças e adolescentes; princípio do consumo com responsabilidade social; horários de veiculação; mídia exterior e congêneres. <sup>21</sup>

### 1.3 Cervejas especiais

Entre as mais antigas cervejarias de cervejas especiais do Brasil, está a Cervejaria Canoinhense, inaugurada em 1908, em Santa Catarina. Entre suas principais marcas estão as “Jahu” e a “Nó de Pinho”, e todas as cervejas produzidas estão de acordo com a *Reinheitsgebot*. A cerveja “Nó de Pinho” ganhou esse nome peculiar enquanto tropas de Getúlio Vargas estavam nos arredores da cervejaria e resolveram parar para beber e confraternizar. Um dos soldados avistou um amontoado de “Nó de pinho” e, quando perguntou a um dos funcionários para que elas eram utilizadas, esse o informou que eram usadas no preparo da cerveja. Embora as pinhas não fossem utilizadas como ingrediente da cerveja e sim como combustível para o forno, o mal-entendido fez com que a cervejaria passasse a ser conhecida por esse nome dali em diante.<sup>22</sup>

As cervejas comercializadas em grande volume no Brasil pelas grandes cervejarias são, em sua maioria, do estilo *Pilsener Lager* que, diferente de sua receita original, são preparadas utilizando uma proporção de adjunto amiláceo, geralmente milho ou arroz, em 45% do total de grãos. Devido ao clima tropical do Brasil, essa preparação foi a que mais cativou os consumidores pelo seu frescor, leveza e baixo amargor.<sup>13, 23</sup>

Entretanto, as cervejas do tipo *Ale* e *Lager* produzidas de forma artesanal, vem ganhando cada vez mais espaço nas prateleiras de mercados, bares e restaurantes. Essas cervejas possuem características sensoriais mais marcantes, como aroma mais apurado, corpo mais forte e mais cor.<sup>24</sup>

O mercado de cervejas especiais apresenta um grande potencial para expansão. O consumo desse tipo de cerveja no Brasil representa apenas 0,15 % do total consumido no país, uma porcentagem ainda pequena se compararmos com os Estados Unidos, onde a cerveja artesanal representa 16% da cerveja consumida no país. Isso pode ser atribuído a fatores como o preço das cervejas artesanais ainda ser elevado em comparação com as outras e o consumidor ainda não estar acostumado com esse tipo de produto.<sup>16, 20</sup>

As cervejas especiais podem ou não seguir a lei *Reinheitsgebot*, as que seguem essa lei utilizam apenas água, malte, lúpulo e levedura. Dentro desses ingredientes os cervejeiros utilizam seu conhecimento e experiência para

confeccionar as receitas, cada variação gera um produto novo e diferente, porém limitado a apenas esses ingredientes. Já as cervejarias que não seguem a Lei de Pureza Alemã têm um repertório muito mais vasto de opções para a receita da cerveja, podendo utilizar adjuntos amiláceos (arroz, milho ou outra fonte de carboidratos) ou não amiláceos (frutas, chás, ervas, e etc.) para atribuir o sabor, aroma e cor desejados a cerveja a ser produzida.<sup>8, 13</sup>

## 1.4 Ingredientes

### 1.4.1 Água

A água é o constituinte de maior proporção na cerveja, de 90 a 95%, e suas características são determinantes para a qualidade do produto final<sup>23</sup>. Durante a história de produção da cerveja, cervejaria e cervejeiros buscam fontes de águas puras e límpidas com o objetivo de fazer a cerveja com sabor mais puro<sup>24</sup>. Temos no Brasil exemplos dessa relação entre qualidade da água e sabor da cerveja. Consumidores do produto na cidade de Agudos e Ribeirão Preto, em São Paulo e das cidades de Petrópolis e Nova Iguaçu, no Rio de Janeiro, afirmam que a bebida de mesma marca e receita produzida em suas cidades possuem um sabor superior às produzidas em outras cidades do país e atribuem essa característica às fontes de água pura que são encontradas nessas cidades.<sup>26</sup>

Entretanto, isso mudou logo após o surgimento de técnicas para alterar as características da água, possibilitando atingir as características físico-químicas desejadas. Tratamentos como a utilização de solução de cal saturado, fervura da água, trocador catiônico, osmose reversa, trocador iônico, adição de gesso cervejeiro ou dessalinização total, possibilitam que água de poços artesianos, vinda de estações de tratamento ou até mesmo água da chuva possa ser tratada e padronizada. Independente da fonte, essa água sempre terá as características físico-químicas desejadas para o tipo de cerveja a ser produzido.<sup>27</sup>

Cada água é ideal para um tipo de cerveja diferente. Como exemplo, a cidade de Pilsen, localizada na República Tcheca, possuía em suas fontes água mole e pobre em sais, originando a cerveja tipo Pilsener, uma cerveja clara e lupulada. Já em Durtmund, a água dura e não-carbonatada deu origem o tipo Export.<sup>27</sup>

Alguns componentes presentes na água deixam claro como sua composição pode influenciar na qualidade do produto final. O cloreto de sódio (NaCl), acentua o sabor doce do malte e ajuda a dar corpo à cerveja, mas seu excesso pode atribuir sabor salgado à bebida. Por sua vez, o cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), além de ser um nutriente para leveduras, também auxilia na redução do pH do mosto, porém altas doses podem acarretar em problemas para o metabolismo da levedura. O  $\text{Ca}^{2+}$  também protege a  $\alpha$ -amilase da destruição térmica e auxilia na eliminação de oxalato<sup>25</sup>. O magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), é um importante cofator enzimático para leveduras, não sendo necessário adicioná-lo a água, por se tratar de um micronutriente presente no malte. Outro íon relevante, o potássio ( $\text{K}^+$ ) também está em grandes quantidades no mosto e dispensa adição, seu excesso também causa sabor salgado a cerveja<sup>28</sup>. No Quadro 1 é possível visualizar as especificações físico-químicas da água cervejeira.

Outro parâmetro importante na qualidade da água é o pH. Este deve ser baixo, em torno de 5,0. Este valor é importante para a atuação enzimática como a  $\alpha$  e  $\beta$ -amilases e as proteases que vão atuar na brasagem e tem melhor atividade em baixos valores de pH.<sup>29</sup>

O ajuste de pH durante a produção de cerveja não apresenta grandes dificuldades para sua regulação. Normalmente, durante a etapa de brasagem os próprios grãos de cevada já regulam o pH para uma faixa ideal de atuação das enzimas (Figura 1). Essa regulação ocorre pela ação da enzima fitase que, quebra a molécula de fitina e libera ácido fítico, acidificando o mosto.<sup>30</sup>

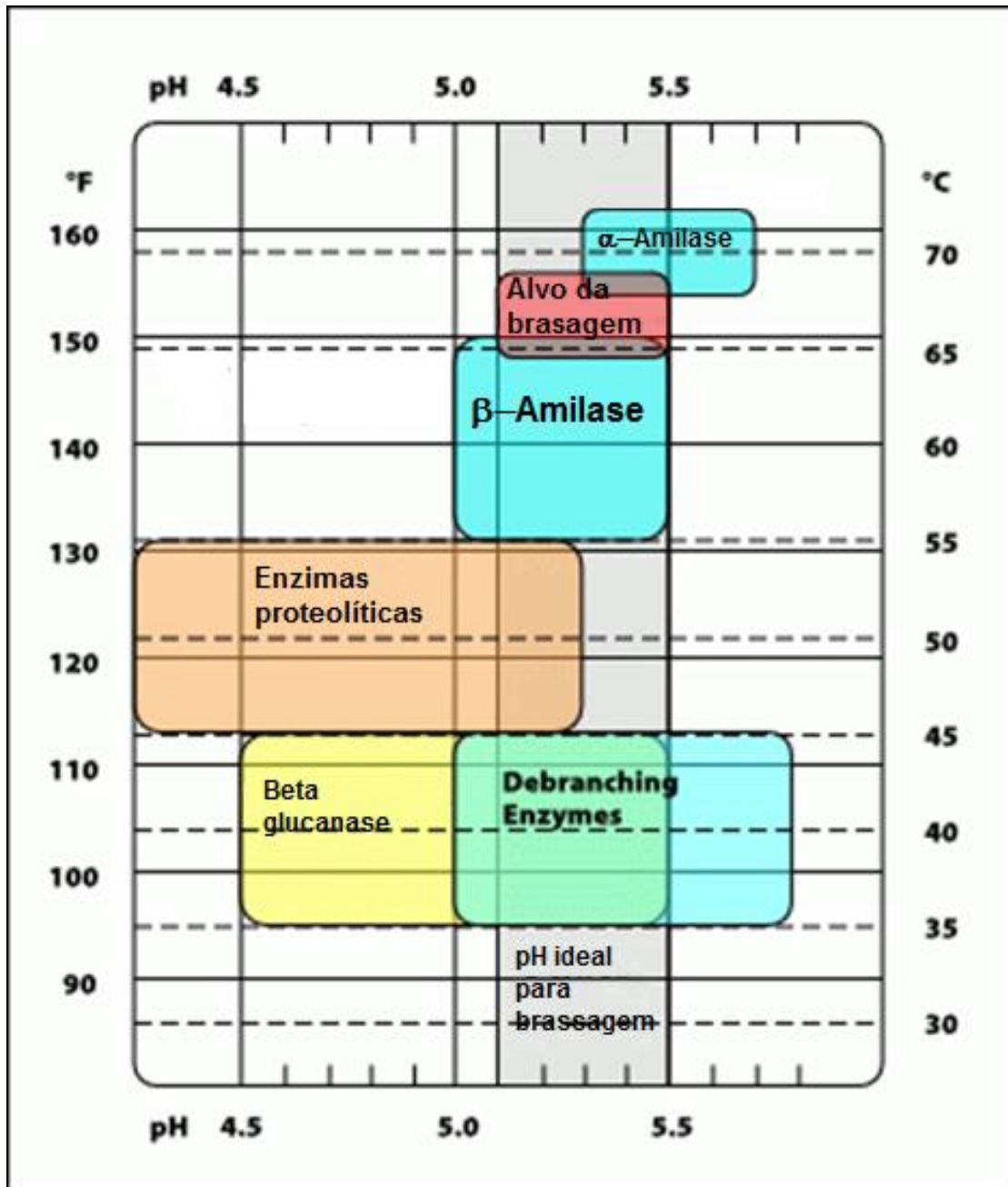


**Quadro 1 – Especificações físico-químicas da água cervejeira**

Parâmetro	Unidade	Especificações
Aparência	-	Límpida e clara
Sabor	-	Insípida
Odor	-	Inodora
pH	pH	8 – 8,5
Cor	Mg Pt/L	0 – 5
Turbidez	NTU	Menor que 0,4
Matéria orgânica	mg O <sub>2</sub> cons/L	0 – 0,8
Sólidos solúveis totais	mg	50 – 150
Alcalinidade	mg CaCO <sub>3</sub> /L	0,8 – 25
Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> /L	1 – 30
Cloretos	mg NO <sub>2</sub> /L	1 – 20
Nitratos	mg NO <sub>2</sub> /L	Ausência
Sílica	mg SiO <sub>2</sub> /L	1 – 15
Cálcio	mg Ca <sup>2+</sup> /L	5 – 22
Magnésio	mg Mg <sup>2+</sup> /L	1 – 6
Ferro	mg Fe/L	Ausência
Alumínio	mg Al <sup>3+</sup> /L	Max 0,05
Amoníaco	mg N/L	Ausência
CO <sub>2</sub> livre	mg CO <sub>2</sub> /L	0,5 – 5

Fonte: Adaptado Zuppardo 2010

**Figura 1** - Faixa de pH e temperatura das principais enzimas durante a brassagem.



Fonte: Adaptado Palmer, 2006

### 1.4.2 Malte

De acordo com o artigo 36 do decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009, que regulamenta a lei nº 8.918 de 14 de julho de 1994, “malte é o produto obtido pela germinação e secagem da cevada, devendo o malte de outros cereais ter a designação acrescida do nome do cereal de sua origem”. Também temos que

“parte do malte de cevada poderá ser substituído por adjuntos cervejeiros, cujo emprego não poderá ser superior a quarenta e cinco por cento em relação ao extrato primitivo.”<sup>13</sup>

O malte é a fonte de açúcares e enzimas que compõe o mosto cervejeiro. O malte mais utilizado é o de cevada (*Hordeum vulgare*), uma planta da família das gramíneas, que é cultivado em climas temperados, como na região Sul do Brasil. A União Europeia é o maior produtor de cevada no mundo, seguido pela Rússia, Ucrânia, Austrália e Canadá. Nesse ranking, o Brasil ocupou a 16ª posição em 2012 com a produção de 260 mil toneladas.<sup>31, 32</sup>

O processo de germinação e secagem dos grãos de cereais sob condições controladas é chamado de malteação e, esse processo tem como objetivo transformar o grão em malte, para ser utilizado no preparo de cervejas e outros alimentos. O processo de malteação segue o seguinte fluxograma: MACERAÇÃO -> GERMINAÇÃO -> SECAGEM -> CLIVAGEM.<sup>33, 34, 35</sup>

Primeiramente, a maceração dos grãos tem o objetivo de aumentar a umidade dos grãos para cerca de 44 a 46%. A maceração permite que os grãos se hidratem uniformemente, ativando as enzimas que iniciarão o processo de germinação.<sup>36</sup>

A germinação é o processo inicial de crescimento e diferenciação embrionária dos organismos vegetais, a partir de uma semente ou esporo em condições propícias de desenvolvimento.<sup>37</sup>

Durante o primeiro dia de germinação, a quantidade total da enzima  $\alpha$ -amilase aumenta em torno de 141%, tendo início a partir de 8 horas de germinação, e o ápice em 24 horas. Após o terceiro dia de germinação, ocorre outro aumento significativo de cerca de 100%. É importante conhecer esses parâmetros para garantir uma germinação adequada que produza um número máximo de enzimas, aumentando a degradação do amido durante a brasagem.<sup>38</sup>

A  $\beta$ -amilase segue um perfil linear de expressão durante a germinação, iniciando a partir de 8 horas de germinação é possível observar um aumento de atividade até 62 horas após o início da germinação. O processo de germinação deve ser interrompido pela secagem dos grãos até uma umidade de aproximadamente 3 a 5%.<sup>38</sup>

O processo de secagem do malte consiste na exposição dos grãos a correntes de ar aquecidas. O calor causa a evaporação da água que está na

superfície dos grãos e reduz sua umidade. A secagem é dividida em três estágios: 1) primeiramente, correntes de ar a uma temperatura não muito elevada (50 a 60°C) são responsáveis por evaporar a água que se encontra na superfície das sementes, reduzindo o teor de umidade para 23-25%, 2) em seguida, os grãos são submetidos a correntes de ar de 70 °C para diminuir ainda mais a porcentagem de água, que durante a segunda fase chega a 12%, 3) por fim, na terceira fase a temperatura é elevada para 80-85 °C para que os grãos atinjam 5% de umidade. Quanto esse valor é alcançado, o malte segue para a cura de 4 a 8 horas onde pode atingir umidade de até 3%. O malte gerado nesse processo de secagem é o chamado malte tipo Pilsen, que pode constituir 100% do malte em receitas de cervejas claras e é malte base em diversos outros estilos <sup>39, 40</sup>. Além do processo de secagem, podemos também submeter o malte à torra. A torra resulta em maltes mais escuros do que o malte Pilsen, o que proporciona cervejas mais escuras, com mais corpo e com maior estabilidade na espuma. Esses maltes possuem maior tempo de prateleira, todavia não possuem quantidades significativas de açúcares e enzimas, devido à reação de Maillard. Logo, na produção de cerveja, os maltes torrados não devem constituir 100% das receitas. <sup>41, 42</sup>

### 1.4.3 Lúpulo (*Humulus lupulus*)

*Humulus lupulus* é uma planta herbácea rasteira pertencente à família Cannabaceae e, é mais conhecida como lúpulo. O lúpulo é responsável pelo amargor e pelo aroma da cerveja e também possui efeito bacteriostático, que protege a cerveja de contaminações. <sup>43</sup>

O cultivo do lúpulo requer condições muito específicas e por isso não são amplamente cultivados pelo mundo. Durante o período de floração a planta requer dias longos e durante o inverno, temperaturas amenas. No Brasil, o clima não é favorável ao cultivo dessa espécie e, portanto, os lúpulos utilizados nas cervejarias brasileiras são importados principalmente da Europa e EUA. <sup>44, 45</sup>

Normalmente, o vegetal leva de 2 a 3 anos para iniciar a produção em escala industrial. A colheita das flores, que são as partes utilizadas na cerveja,

ocorre em agosto e setembro. Após a colheita dos cones, estes devem ser secos, curados e embalados em ambientes de temperatura, umidade e oxigenação controlados. As flores contêm resinas e óleos essenciais que podem sofrer deterioração se não forem cuidadosamente manuseados. <sup>45</sup>

Embora um vasto repertório de substâncias químicas pode ser encontrado nas flores do *H. lupulus*, os  $\alpha$ -ácidos (AA),  $\beta$ -ácidos (BA) e óleos essenciais são os que mais contribuem para a cerveja. <sup>46</sup>

Os AA mais comumente encontrados no *H. lupulus* são a humulona, a adhumulona e a cohumulona, e sua principal contribuição para a cerveja é o amargor, que é diretamente proporcional ao tempo de fervura aos quais as flores de *H. lupulus* são submetidas. Durante a fervura do mosto, os  $\alpha$ -ácidos são transformados em iso- $\alpha$ -ácidos, que é uma forma mais solúvel das moléculas e que são as responsáveis pelo amargor. Outra contribuição dos AA é sua atividade bacteriostática sobre bactérias gram-positivas, impedindo o crescimento bacteriano. <sup>45</sup>

Os BA mais abundantes são a lupulona, a colupulona e a adlupulona. Os BA contribuem da mesma forma que os AA para a cerveja, a única diferença está em suas propriedades bacteriostáticas, que são mais pronunciadas que suas propriedades de amargor, ao contrário dos AA. <sup>46</sup>

Um fator importante para a caracterização do produto final é a estimativa do amargor, que deve ser calculado conforme o IBU (*International Bitterness Units*), que se baseia na quantidade de AA dissolvido no mosto. <sup>47, 48</sup>

Por sua vez os óleos essenciais são as moléculas que dão aroma à cerveja. Devido a sua volatilidade, os óleos essenciais não devem ser fervidos por longos períodos, pois sua evaporação acontece rapidamente em altas temperaturas. Os óleos essenciais também podem ser extraídos pela técnica chamada *dry hopping* que consiste na adição de lúpulo ao fermentador primário, secundário ou durante a maturação. <sup>49</sup>

#### 1.4.4 Levedura

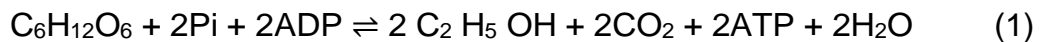
As leveduras são eucariotos unicelulares utilizados na fermentação. Na cerveja duas espécies podem ser utilizadas: *Saccharomyces cerevisiae* e *Saccharomyces pastorianus*. Durante a fermentação, as leveduras utilizam

açúcares fermentáveis disponíveis no mosto como fonte de energia. Tal fermentação deve ocorrer em ambientes anaeróbicos, gerando como subprodutos álcool etílico e gás carbônico (CO<sub>2</sub>).<sup>50, 51</sup>

A fermentação alcoólica é um processo pelo qual a glicose presente no mosto é convertida em etanol, CO<sub>2</sub> e ATP, como podemos observar a Reação 1.<sup>52</sup>

A principal diferença entre *S. cerevisiae* e *S. pastorianus* é a temperatura de fermentação e a sua localização no fermentador durante o processo. Podemos verificar no Quadro 2 as características que as diferem.

#### REAÇÃO 1 – Fermentação alcoólica



**Quadro 2** - Principais diferenças entre *Sacharomyces cerevisiae* e *Sacharomyces pastorianus*.

	Localização	Temperatura ótima
<i>S. cerevisiae</i>	Topo do fermentador	Entre 15 – 25 °C
<i>S. pastorianus</i>	Fundo do fermentador	Entre 4 – 9 °C

Fonte: JASUJA, 2016

Além do álcool, as leveduras também dão aromas e sabores às cervejas através da produção de ésteres e fenóis. Esses compostos atribuem às cervejas sabores agradáveis, como por exemplo o 4-vinil guaiacol, que dá à cerveja sabor de cravo, o álcool isoamílico, que dá a cerveja sabor de banana, e o acetaldeído, que atribui sabor e aroma de maçã. Embora esses compostos sejam naturalmente produzidos pelas leveduras, eles podem ser considerados fora do padrão para determinados estilos de cerveja, sendo chamados de *off-flavors*, determinando a importância da escolha da levedura para evitar-se ou promover esse efeito.<sup>54</sup>

### 1.4.5 Adjuntos

Os adjuntos cervejeiros podem ser divididos em duas grandes categorias: os amiláceos e os não-amiláceos.

Adjuntos amiláceos são utilizados em substituição ao malte, geralmente utilizados com o objetivo de diminuir o custo de produção da cerveja. Muitos dos adjuntos utilizados já possuem carboidratos prontamente fermentáveis, logo não precisam passar pelo processo de sacarificação, o que diminui os custos da produção. Os principais cereais utilizados como adjuntos são o trigo, milho e arroz.<sup>49</sup>

Por sua vez, os adjuntos não-amiláceos são adicionados à cerveja não como fonte de carboidratos, mas como fontes de aroma e sabor. Os adjuntos não-amiláceos podem ser de diferentes fontes, como frutos, ervas, chás, temperos, mel, dentre outros. O equilíbrio entre esses adjuntos deve ser cuidadosamente calculado para que não se torne um *off-flavor* na cerveja e consiga-se harmonizar com a receita proposta.<sup>55, 56</sup>

## 1.5 Produção de cerveja

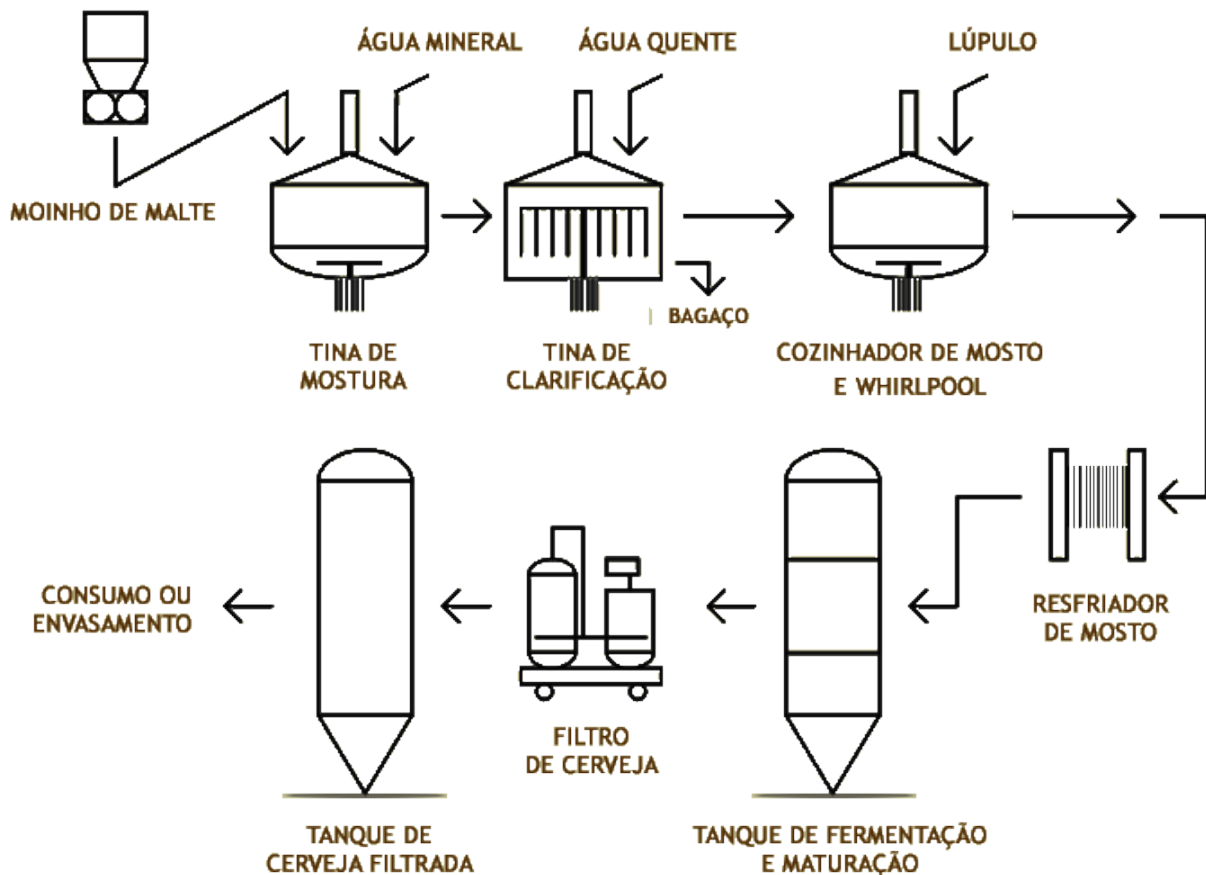
O processo de produção de cerveja é feito em diversas etapas, desde o recebimento das matérias primas até o produto final diferentes procedimentos são realizados. As operações unitárias do processo industrial de produção de cerveja podem ser visualizadas na FIGURA 2.

Primeiramente, é na brasagem onde ocorre a transformação do amido presente no malte em açúcares fermentáveis. Esse processo se deve à ação das enzimas  $\alpha$  e  $\beta$ -amilase que serão ativadas a partir das diferentes faixas de temperatura do mosto.<sup>57</sup>

Após a brassagem é feita a clarificação do mosto, que consiste na retirada da água do fundo da panela cervejeira e a sucessiva disposição da mesma sobre os grãos. O objetivo dessa etapa é retirar todos os resíduos de açúcares presente nos grãos de malte e solubilizá-los no mosto. Além disso, os próprios grãos atuam como filtro para remover partículas insolúveis.<sup>59</sup>

Segue-se então para a lupulagem para adicionar o amargor e o aroma à bebida. O mosto é levado à fervura e durante o processo ocorrem sucessivas adições de lúpulos.

**FIGURA 2** – Operações unitárias do processo de fabricação de cerveja.



Fonte: DORTMUND, 2016

Após a fervura do mosto, o *whirlpool* tem a função de retirar o  *trub* da tina de fervura. Utilizado pelas indústrias desde a década de 1960, o *whirlpool* consiste na formação de um redemoinho no mosto e a força centrípeta gerada pelo redemoinho faz com que as partículas sólidas se acumulem no fundo do tanque e são posteriormente separadas da parte líquida.<sup>60</sup>

A partir daí ocorre o resfriamento do mosto é onde a temperatura é diminuída até um patamar onde será possível a inoculação das leveduras.



Durante o processo de resfriamento também é feito a aeração do mosto, que disponibiliza oxigênio dissolvido para o início da fermentação e estimula a divisão celular das leveduras.<sup>60</sup>

As adições de leveduras no mosto são particulares de cada receita elaborada. Pode-se ativar a levedura antes de inocular ao mosto. Isso faz que o número de células seja maior e acelere a fermentação. Pode-se também adicionar o fermento ainda liofilizado e salpicar diretamente no mosto.<sup>60</sup>

A fermentação pode durar dias ou até semanas. Quase sempre feita em ausência, a fermentação irá produzir o álcool e CO<sub>2</sub>. O CO<sub>2</sub> produzido durante a fermentação é dispensado. Já o álcool é monitorado a todo momento.<sup>60</sup>

Ao término da fermentação, a cerveja é submetida a pasteurização, para eliminar as leveduras presentes e filtração para a remoção de todas as células. Normalmente em cervejarias industriais não é feito *priming*, ao invés disso, gás carbônico é adicionado diretamente.<sup>60</sup>

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Desenvolvimento de um protocolo para produção de cerveja utilizando uvaia como adjunto de sabor e aroma

### **2.2 Objetivos específicos**

Produzir uma cerveja no estilo IPA;

Testar a viabilidade da utilização de uvaia como adjunto cervejeiro.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram elaboradas quatro receitas distintas, denominadas “IPA 1.1”, “IPA 1.2”, “IPA 2.1” e “IPA 2.2”. A partir destes quatro protocolos, foi realizado o teste organoléptico para avaliar-se as características gustativas das cervejas. O Quadro 2 apresenta as proporções dos ingredientes utilizados na elaboração de cada protocolo.

**Quadro 2** - Ingredientes e proporções utilizados na elaboração dos protocolos de produção.

<b>Receita</b>	<b>Malte <i>Pale Ale</i></b>	<b>Malte <i>Crystal</i></b>	<b>Lúpulo <i>Chinook</i></b>	<b>Lúpulo <i>Amarillo</i></b>	<b>Lúpulo <i>Columbus</i></b>
IPA 1.1 e 1.2	86 %	14 %	-	0,7 g/L	1,4 g/L
IPA 2.1 E 2.2	87,5 %	12,5 %	1,7 g/L	1,3 g/L	1 g/L

Fonte: Autor.

As IPA 1.1 e IPA 1.2, assim como as IPA 2.1 e IPA 2.2, foram produzidas na mesma batelada e a fermentação primária ocorreu de maneira igual para ambas, que só após esse processo foram separadas em quatro cervejas distintas.

A brasagem foi realizada da mesma forma para todas as cervejas, seguindo a técnica de escalas de temperatura onde o malte foi submetido a três temperaturas distintas. Esse tipo de brasagem foi selecionado devido a sua versatilidade na extração dos açúcares do malte. A primeira temperatura foi de 60 °C durante 40 minutos, seguido por 70 °C por 20 minutos e finalmente 80 °C durante 15 minutos. O tempo da transição entre uma temperatura e outra não foi contabilizado e depende do equipamento utilizado, não afetando a qualidade do produto.

Seguiu-se para a clarificação onde a recirculação do mosto foi realizada em torno de 50 vezes, uma quantidade suficiente para retirar parte do açúcar que

ainda se encontra no grão e deixá-lo dissolvido no mosto. Após a recirculação, os grãos de malte foram suspensos pelo saco de musseline e deixados em repouso para escorrer todo o líquido restante, é muito importante deixá-los de repouso total pois se exercida alguma pressão nos grãos pode haver a extração de taninos.

A lupulagem foi realizada durante 60 minutos de fervura onde sucessivas adições de lúpulo foram realizadas em diferentes tempos de fervura do mosto. O tempo de fervura de cada lúpulo foi selecionado de acordo com o que seria extraído daquele lúpulo, levando em consideração as suas características organolépticas, quantidades de óleos essenciais e de  $\alpha$  e  $\beta$ -ácidos. O tempo de adição dos lúpulos podem ser verificados na Quadro 3, os tempos de fervura demonstrados na tabela se referem ao tempo total que o lúpulo ficou submetido à fervura. Durante a fervura ocorre também a esterilização do mosto, todos os microrganismos que pudessem estar contaminando foram aniquilados pelo longo tempo de fervura do líquido, portanto é muito importante que após essa etapa todos os equipamentos auxiliares que entrarão em contato com o mosto estejam estéreis para evitar que novos contaminantes possam estar sendo inoculados naquele mosto.

O resfriamento do mosto à temperatura ambiente foi realizado seguindo a técnica de banho Maria. A panela de fervura foi cuidadosamente colocada dentro de uma bacia com água em temperatura ambiente, quando a água da bacia aumentava de temperatura, a mesma era trocada por outra em temperatura mais baixa, isso foi feito até que o mosto pudesse alcançar a temperatura ambiente de aproximadamente 22 °C.

A levedura foi ativada de acordo com instruções do fabricante, onde uma pequena parte do mosto fervido (aprox. 150 mL) foi retirado e misturado na mesma proporção de água, quando esse mosto atingiu a temperatura ambiente, toda a levedura foi despejada e deixada em repouso. Após alguns minutos, a levedura foi inoculada no fermentador, agitada para homogeneizar e vedado com apenas saída de CO<sub>2</sub>, posterior a isso, o mosto foi levado para uma estufa a 22 °C.

**Quadro 3** - Adições de lúpulos nas cervejas.

Receita	Chinook	Amarillo	Columbus
IPA 1.1 e 1.2	-	10 min	60 min
IPA 2.1 e 2.2	60 min	15 min	<i>Dry hopping</i>

Fonte: Autor.

A fermentação primária ocorreu por um período de sete dias. Durante a fermentação, o mosto foi monitorado diariamente para acompanhar a produção de álcool e o consumo de açúcar pelas leveduras. Ao término da primeira fermentação foi feito a adição de uvaia para a segunda fermentação ou para o *priming*, como pode ser observado na Quadro 4.

**Quadro 4** - Adição de uvaia nas cervejas.

Protocolo	Uvaia (2 <sup>a</sup> fermentação)	Uvaia (priming)
IPA 1.1	-	14,2 g/L
IPA 1.2	40,5 g/L	14,2 g/L
IPA 2.1	-	14,2 g/L
IPA 2.2	40,5 g/L	14,2 g/L

Fonte: Autor.

A segunda fermentação foi realizada com o objetivo de aumentar a proporção de uvaia no mosto. Para evitar possíveis contaminações trazidas pela geleia, a mesma foi esterilizada com o auxílio de um micro-ondas. Essa fermentação teve a duração de dois dias para que o açúcar presente na geleia fosse consumido, embora ainda restasse açúcar para o *priming*.

Após as fermentações, foi adicionado às cervejas IPA 2.1 e IPA 2.2 o lúpulo Columbus para o *dry hopping*, com o objetivo de atribuir aroma as cervejas. Posteriormente, as cervejas foram acondicionadas a 3,8 °C durante 10 dias para

a maturação e estabilização.

Finalmente, as cervejas foram engarrafadas em garrafas *long neck* de 350 mL e mantidas em temperatura ambiente ao longo de 20 dias, necessários para o *priming* e segunda maturação, seguiu-se então para o teste de avaliação gustativo, realizado pelo próprio autor do trabalho e utilizando como referência a súmula de avaliação do BJCP.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As cervejas produzidas possuem características distintas umas das outras, devido às diferenças em seus ingredientes e protocolo de produção, mostrando a influência de cada um dos ingredientes que fizeram parte da sua composição e que trouxeram suas peculiaridades para a cerveja.

A IPA 1.1 apresentou aroma sutil e cítrico, prevalecendo o aroma do lúpulo e ésteres frutado. Sua aparência foi de aspecto límpido, cor palha e colarinho de baixa retenção. Seu sabor foi levemente ácido e cítrico apresentando também sabor de caramelo, atribuído principalmente ao malte. A sensação na boca foi seca, alta cremosidade e baixa adstringência, apresentado boa *drinkability* (*drinkability* é um termo utilizado para se referir ao quão agradável é a bebida, podendo ser traduzido informalmente como “bebível”)

A IPA 1.2 possui aroma característico do malte, floral e frutado. De aparência mediamente límpida na cor palha, apresentou colarinho longo, embora de baixa retenção. O sabor se mostrou leve em todos os aspectos, não apresentando boa *drinkability*.

A IPA 2.1 apresentou aroma cítrico e floral, atribuído principalmente ao *dry hopping*. Teve aparência límpida e colarinho alto, embora de baixa retenção. Os sabores mais marcantes foram de lúpulo cítrico e frutado, com baixa acidez. A sensação na boca foi leve, adstringência média e sabores secundários imperceptíveis.

Por fim, a IPA 2.2 apresentou aroma de frutas secas e malte torrado. Sua aparência mostrou limpidez média e colarinho de media retenção. Seu sabor lupulado e forte amargor. Sua sensação na boca foi de alta adstringência e final seco. Outras características das cervejas podem ser visualizadas na Quadro 5.

As IPA 1.1 e IPA 2.1 apresentaram aroma cítrico, a presença desse aroma é atribuído ao lúpulo que continham nas mesmas. O aroma atribuído pela uvaia foi melhor percebido nas IPA 1.2 e IPA 2.2, devido a maior proporção de geleia presente nesse protocolo. As cervejas que no seu protocolo tinham a etapa de *dry hopping* apresentaram aroma característico do lúpulo Columbus, que foi utilizado para a técnica e possui aroma floral e cítrico, embora a parte cítrica não pode ser observada na IPA 2.2.

As IPA 1.1 e IPA 2.1 apresentaram limpidez boa e clara, devido

principalmente aos maltes utilizados na sua produção. Os maltes utilizados foram claros, o que não resultaria em alta opacidade da cerveja. Contudo, nas IPA 1.2 e IPA 2.2 pode ser observado maior opacidade, devido a maior proporção de uvaia e a maior proporção de *Malte Crystal* na IPA 1.2.

**Quadro 5** – Características sensoriais das cervejas.

<b>Cerveja</b>	<b>Cor</b>	<b>Amargor</b>	<b>OG / FG</b>	<b>Álcool Por Volume (APV)</b>
IPA 1.1	EBC 10,9	80 IBU	1.042 / 1.006	5,16 %
IPA 1.2	EBC 11,2 – 11,7	80 IBU	1.042 / 1.010	6 %
IPA 2.1	EBC 9,7	100 IBU	1.053 / 1.003	6,2 %
IPA 2.2	EBC 10 – 10,5	100 IBU	1.053 / 1.013	7 %

Fonte: Autor

O colarinho foi claro e de baixa retenção para todas as cervejas. O colarinho é a espuma que se forma no topo do copo no momento em que ela é servida, é constituído de gás carbônico e proteínas degradadas que interagem formando uma camada resistente e elástica na superfície do líquido. Possui a função de proteger a bebida contra a perda de gás carbônico e da oxidação causada pelo oxigênio.<sup>61</sup> Uma forma utilizada na estabilização do colarinho é adicionar pequenas proporções (3 a 5%) de malte de trigo ou de aveia durante a brasagem, isso vai disponibilizar mais proteínas ao mosto, melhorando a qualidade do colarinho.

O sabor das IPA 2.1 e IPA 2.2 foi o que mais se aproximou do estilo IPA, devido a seu forte amargor e gosto marcante de lúpulo. As IPA 1.1 e IPA 1.2 tiveram sabor leve e embora não apresentaram nenhum sabor secundário, não se aproximaram do estilo. O sabor da uvaia foi mais pronunciado na IPA 2.2, devido a maior proporção de geleia em seu protocolo de produção.

Infelizmente a comparação da cerveja com outras do mesmo estilo não foi possível pois não foram encontrados dados relevantes de outras cervejas que pudessem ser utilizados como parâmetro de comparação.

A uvaia foi adicionada com sucesso ao protocolo de produção da cerveja.



Foi obtida uma cerveja onde a presença do fruto contribuiu positivamente para sua qualidade. Seu sabor foi mais expressivo nas IPA 1.1 e IPA 2.2, que receberam maior quantidade do fruto. A acidez da uvaia também foi transferida a cerveja, embora não seja desejada em altas quantidades.

Deve-se testar a adição da geleia em diferentes momentos do protocolo de produção. Deve-se também testar diferentes estilos de cerveja e testar o fruto *in natura*, ao invés da polpa.

## 5 REFERÊNCIAS

- 1 SEAWRIGHT C., **Ancient Egyptian Alcohol: Beer, Wine and the Festival of Drunkenness.** 2013. Disponível em: <[http://www.thekeep.org/~kunoichi/kunoichi/themestream/egypt\\_alcohol.html#.V9\\_v4JgrLIU](http://www.thekeep.org/~kunoichi/kunoichi/themestream/egypt_alcohol.html#.V9_v4JgrLIU)>. Acesso em: 5 set. 2016.
  
- 2 BUDGE E.A , **The book of dead papyrus of Ani.** Londres, 1895.
  
- 3 WANGA J., *et al.* **Revealing a 5,000-y-old beer recipe in China.** PNAS early edition, 2016
  
- 4 STORGARDS E., **Process hygiene control in beer production and dispensing.** Espoo: Otamedia Oy, 2000.
  
- 5 **History Of Beer.** Disponível em <[https://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_beer](https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_beer)>. Acesso em: 7 set. 2016
  
- 6 MARTORANA D., **The Short and Bitter History of Hops.** 2010. Disponível em: <<http://www.beerscenemag.com/2010/04/the-short-and-bitter-history-of-hops/>>. Acesso em: 7 set. 2016
  
- 7 **Reinheitsgebot.** Disponível em: <<https://en.wikipedia.org/wiki/Reinheitsgebot>>. Acesso em: 8 set. 2016.
  
- 8 **Das Reinheitsgebot.** The German Beer Purity Decree in 1516. Disponível em: <<http://www.german-way.com/travel-and-tourism/germany-for-tourists/dining-out-in-germany/beer-and-wine/das-reinheitsgebot/>>. Acesso em: 8 set. 2016.
  
- 9 **Three Millennia of German Brewing.** Disponível em: <<http://www.germanbeerinstitute.com/history.html>>. Acesso em: 8 set. 2016.
  
- 10 LIBKIND D., *et al.* **Microbe domestication and the identification of the wild genetic stock of lager-brewing yeast.** PNAS vol. 108. No. 35. 2011.
  
- 11 CORRAN H. S.,. **A history of brewing.** Londres. David and Charles. 1975.
  
- 12 DINO. **Qual a diferença entre cerveja industrializada e cerveja artesanal?**

2015. Disponível em: < <http://exame.abril.com.br/negocios/dino/noticias/qual-a-diferenca-entre-cerveja-industrializada-e-cerveja-artesanali.html>>. Acesso em: 9 set. 2016.

13 BRASIL. **Decreto nº 2.314, de 4 de setembro de 1997. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a Padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas.** Diário Oficial da União, Brasília, 5 set. 1997. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6871.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6871.htm)>. Acesso em: 26 set. 2016.

14 Disponível em : <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/como-montar-uma-microcervejaria,8f387a51b9105410VgnVCM1000003b74010aRCRD>>. Acesso em: 10 mai 2017

15 BARTH S. P., Managi N., **The Barth Report.** Nuremberg: Joh. Barth & Sohn GmbH & Co KG, 2016.

16 **National Beer Sales & Production Data.** 2016. Disponível em: <<https://www.brewersassociation.org/statistics/national-beer-sales-production-data/>>. Acesso em: 12 set. 2016.

17 **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola.** Rio de Janeiro v.29 n.7 p.1-87. Julho. 2016.

18 **Kirin Beer University Report: Global Beer Consumption by Country in 2014.** Disponível em: <[http://www.kirinholdings.co.jp/english/news/2015/1224\\_01.html#table3](http://www.kirinholdings.co.jp/english/news/2015/1224_01.html#table3)>. Acesso em: 13 set. 2016.

19 **Sistema de Controle de Produção de Bebidas – SICOBE.** Subsecretaria de Fiscalização, 2015. Disponível em: <<http://idg.receita.fazenda.gov.br/orientacao/tributaria/regimes-e-controles-especiais/sistema-de-controle-de-producao-de-bebidas-2013-sicobe>>. Acesso em: 13 set. 2016

20 KIRSZENBLATT C., *et al.* **RELATÓRIO DE INTELIGÊNCIA.** Disponível em <<https://www.sebraeinteligenciasetorial.com.br/produtos/relatorios-de-inteligencia/cervejas-artesanais/55c4ad3614d0c01d007ffeae#download>>. Acesso em 10 ago. 2016.

21 Disponível em: < [www.conar.org.br](http://www.conar.org.br)>. Acesso em: 22 set. 2016.

22 Disponível em: < [https://pt.wikipedia.org/wiki/Cervejaria\\_Canoinhense](https://pt.wikipedia.org/wiki/Cervejaria_Canoinhense) >. Acesso em: 20 ago. 2016.

23 MELO J., **Josimar Melo apresenta cervejas do mundo todo**. Disponível em:< <http://www1.folha.uol.com.br/folha/publifolha/352079-josimar-melo-apresenta-cervejas-do-mundo-todo.shtml>>. Acesso em: 21 ago. 2016.

24 BRODERICK H., et al. **El cervecero em la practica: um manual para la industria cervecera**. 2.ed. Peru: Asociación de Maestros Cerveceros de las Américas, 1977.

25 ZUPPARDO B., **Uso da goma Oenogum para estabilização coloidal e de espuma em cerveja**. Piracicaba. 2010.

26 Disponível em: <<http://super.abril.com.br/ciencia/agua-muda-o-gosto-da-cerveja>>. Acesso em: 28 ago 2016.

27 REINOLD M. R., **Água a base para uma boa cerveja**. Disponível em: <[http://www.cervesia.com.br/images/stories/img\\_imprensa/agua%20a%20base%20para%20uma%20boa%20cerveja.pdf](http://www.cervesia.com.br/images/stories/img_imprensa/agua%20a%20base%20para%20uma%20boa%20cerveja.pdf)> Acesso em : 30 ago 2016.

28 **Tratamento De Água Cervejeira**. Disponível em: < <http://www.mostonautas.com/wp-content/uploads/2016/06/MOSTONAUTAS-EBOOK-TRATAMENTO-DE-AGUA-CERVEJEIRA.pdf>>. Acesso em: 1 set 2016.

29 RABELLO F. F. P., **Produção De Cerveja**. Revista Agrogeoambiental. 2009.

30 ABOUMRAD J. P. C.; BARCELLOS Y. C. M., **Análise e Simulação das Operações de Mosturação e Fermentação no Processo de Produção de Cervejas**. Niterói, RJ. 2015.

31 ARAUJO A. S., **Análise E Tipificação De Diferentes Amostras De Cervejas Através De Espectrometria De Massas Por Ionização Electrospray**. Campinas. 2005.

32 Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do139\\_t3.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do139_t3.htm)>. Acesso em 15 ago 2016

33 Disponível em: <<http://www.ovomaltine.pt/productos/ovomaltine-original>>.

Acesso em 1 out 2016.

34 Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/alimentus1/feira/prcereia/ceveja/maltea.html>>. Acesso em: 12 out 1 out 2016

35 REINOLD R. M., **Reações enzimáticas e físico-químicas que ocorrem durante a malteação da cevada.** Disponível em: <<http://www.cervesia.com.br/malte/26-reacoes-enzimaticas-e-fisico-quimicas-que-ocorrem-durante-a-malteacao-da-cevada.html>>. Acesso em: 1 out 2016.

36 PORTO P. D., **Tecnologia De Fabricação De Malte: Uma Revisão.** Porto Alegre, 2011.

37 FONSECA K., **Germinação | Sugestão Experimental.** Disponível em: <<http://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/germinacao.html>>. Acesso em 1 out 2016.

38 SANTOS I. J. ; *et al.* **Expressão Da Alfa E Beta Amilase Durante A Germinação De Cevada.** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.12, n.1, p.67-73, 2010

39 SANTOS I. J.; COUTO S. M.; ANDRADE E. T., **Cinética De Secagem Em Camada Fina Do Malte Verde De Cevada.** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.3, n.1, p.53-59, 2001

40 PINTO A. R. M., **Avaliação Do Processo De Secagem No Fabrico De Malte.** Lisboa 2013

41 Disponível em: <[https://en.wikipedia.org/wiki/Maillard\\_reaction](https://en.wikipedia.org/wiki/Maillard_reaction)>. Acesso em: 2 out 2016.

42 PRADO J. L., **Uso De Antibióticos Convencionais E Antimicrobianos A Base De Lúpulo No Controle Da Infecção Bacteriana Em Fermentação Alcoólica.** Botucatu. 2014

43 HAUNOLD A., **Hops And Hop Growing.** SOILS, PLANT GROWTH AND CROP PRODUCTION. Vol II.2010

44 MEGA J. F.; NEVES E.; ANDRADE C. J., **A Produção De Cerveja No Brasil.**

CITINO. 2011

45 KAISER C.; ERNEST M., **Hops**. UNIVERSITY OF KENTUCKY COLLEGE OF AGRICULTURE, FOOD AND ENVIRONMENT Center for Crop Diversification Crop Profile. 2012

46 KOKUBO E.; KOWAKA M., **Composition of Bitter Substances of Hops and Characteristics of Beer Bitterness**. Japão: Miyahara-Cho. 1976

47 Disponível em: <<http://beersmith.com/>>. Acesso em: 12 set 2016.

48 Disponível em: <<http://www.brewtarget.org/>>. Acesso em: 12 set 2016.

49 **Hops: Anatomy and Chemistry 101**. Disponível em <[http://bioweb.uwlax.edu/bio203/s2009/sewalish\\_andr/Humulus%20Lupulus%20-%20Common%20Hops/Hop%20Anatomy%20and%20Chemistry%20101.html](http://bioweb.uwlax.edu/bio203/s2009/sewalish_andr/Humulus%20Lupulus%20-%20Common%20Hops/Hop%20Anatomy%20and%20Chemistry%20101.html)>. Acesso em 22 out 2016.

50 Disponível em: <[https://en.wikipedia.org/wiki/Saccharomyces\\_pastorianus](https://en.wikipedia.org/wiki/Saccharomyces_pastorianus)>. Acesso em: 23 set 2016.

51 Disponível em: <[https://en.wikipedia.org/wiki/Saccharomyces\\_cerevisiae](https://en.wikipedia.org/wiki/Saccharomyces_cerevisiae)>. Acesso em 21 set 2016.

52 D'AVILA R. F.; *et al.* **Adjuntos utilizados para produção de cerveja: características e aplicações**. Porto Alegre: Estudos Tecnológicos em Engenharia. 2012.

53 JASUJA N.; SEHGAL P., **Ale vs. Lager**. Disponível em: <[http://www.diffen.com/difference/Ale\\_vs\\_Lager](http://www.diffen.com/difference/Ale_vs_Lager)>. Acesso em 21 set 2016.

54 **Flavors De Cerveja**. Disponível em: <[http://www.agraria.com.br/extranet/arquivos/agromalte\\_arquivo/analise\\_sensorial\\_-\\_flavors\\_-\\_port.pdf](http://www.agraria.com.br/extranet/arquivos/agromalte_arquivo/analise_sensorial_-_flavors_-_port.pdf)>. Acesso em 20 set 2016.

55 RUSSANO G., **Adjuntos Cervejeiros**. Disponível em: <[http://www.clubeer.com.br/blog/post/559-adjuntos\\_cervejeiros](http://www.clubeer.com.br/blog/post/559-adjuntos_cervejeiros)>. Acesso em: 22 out 2016.

56 MÜHLBAUER F. B.; *et al.* **Avaliação Das Características Físicas E Químicas Da Polpa E Do logurte De Uvaia.** São Paulo: THESIS. 2012

57 **The Theory of Mashing.** Disponível em: <[http://braukaiser.com/wiki/index.php?title=The\\_Theory\\_of\\_Mashing](http://braukaiser.com/wiki/index.php?title=The_Theory_of_Mashing)>. Acesso em: 24 set 2016.

58 Disponível em: <<http://www.dortmund.com.br/fabricacao.php>>. Acesso em 28 set 2016.

59 BUHLER H. T., **Effects of physical parameters in mashing on lautering performance.** Loughborough University, 1996.

60 KUNZE. W., **TECHNOLOGY BREWING and MALTING.** 3<sup>o</sup> ed. Berlin: VLB Berlin, 2004.

61 Filho. Z. O. G. **Decaimento Exponencial da espuma da Cerveja.** Instituto de Física. Universidade de São Paulo. São Paulo.