

AMANDA CRISTINA ALFREDO CONTRUCCI SORBO

**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES DE UMA CERVEJA ARTESANAL TIPO
PILSEN SUPLEMENTADA COM POLPA DE MARACUJÁ**

Botucatu

2017

AMANDA CRISTINA ALFREDO CONTRUCCI SORBO

**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES DE UMA CERVEJA ARTESANAL TIPO
PILSEN SUPLEMENTADA COM POLPA DE MARACUJÁ**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Energia na Agricultura).

Orientador: Prof. Dr. Fernando Broetto

Botucatu

2017

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

S173a Sorbo, Amanda Cristina Alfredo Contrucci, 1986-
Avaliação das propriedades de uma cerveja artesanal tipo Pilsen suplementada com polpa de maracujá / Amanda Cristina Alfredo Contrucci Sorbo.- Botucatu: : [s.n.], 2017
62 p.: il., color. , grafs., tabs.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2017
Orientador: Fernando Broetto
Inclui bibliografia
1. Cerveja. 2. Compostos fenólicos. 3. Fermentação.
I. Broetto, Fernando. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. III. Título.

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Botucatu



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES DE UMA CERVEJA ARTESANAL TIPO PILSEN SUPLEMENTADA COM POLPA DE MARACUJÁ"

AUTORA: AMANDA CRISTINA ALFREDO SORBO DA SILVA

ORIENTADOR: FERNANDO BROETTO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA (ENERGIA NA AGRICULTURA), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. FERNANDO BROETTO

Depto de Química e Bioquímica / Instituto de Biociências de Botucatu

Prof. Dr. WILLIAM FERNANDO ZAMBUZZI

Departamento de Química e Bioquímica / Instituto de Biociências de Botucatu - UNESP

Prof. Dr. ALCIDES LOPES TEODORO

Bioprocessos e Biotecnologia / Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP

Botucatu, 23 de agosto de 2017.

**À minha mãe e à minha avó,
Maria Cristina e Doralice (*in memoriam*),
Dedico**

AGRADECIMENTOS

A Deus por iluminar meu caminho, me dar forças para seguir sempre em frente e me abençoar e proteger sempre.

Ao Professor Doutor Fernando Broetto por me acolher, me orientar e ajudar quando precisei. Obrigada pelos conhecimentos cedidos, pela compreensão e amizade prestada durante a realização deste trabalho.

À minha mãe pelas orações e pelo apoio em todos os momentos da minha vida.

À minha avó Lila (*in memoriam*) que mesmo longe sempre está comigo.

À Carmen Hellmeister por ter me apresentado à vida acadêmica.

Às minhas amigas feitas durante todo o curso, Roseli Quintiliano, Renata Coscolin e Erica Barros.

E a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para esta dissertação tornar-se realidade, o meu MUITO OBRIGADO.

RESUMO

A cerveja é uma das bebidas mais consumidas no mundo. Seu consumo moderado é capaz de promover benefícios ao organismo pela presença de compostos bioativos, incluindo vitaminas do complexo B e minerais. O mercado de bebidas, sempre em busca de produtos exclusivos, favoreceu o surgimento do ramo de cervejas artesanais. Além disso, pela possibilidade de acesso às receitas, é concebível associar à bebida, certas características organolépticas e nutracêuticas de interesse funcional. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo identificar possível associação dos efeitos funcionais da cerveja *Pilsen* ao potencial antioxidativo da polpa de maracujá. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo o controle, o Tratamento 1 (T1) representado pela cerveja *Pilsen*, produzida artesanalmente. Nos demais tratamentos, as cervejas foram suplementadas com polpa de maracujá em três concentrações, durante o processo de refermentação (*priming*). Para o tratamento 2 (T2), a cerveja foi suplementada com polpa integral de maracujá (120 mL); Para os tratamentos T3 e T4, a suplementação com polpa foi da ordem de 50 e 25 % da polpa diluída, respectivamente. Todos os tratamentos foram repetidos três vezes, em brassagens independentes. Os processos de mosturação e fermentação da cerveja seguiram os procedimentos padrões de brassagem e maturação típicas de cervejas *lager*, com temperatura controlada entre 11 e 13 °C. Após a produção das cervejas, realizou-se análise sensorial, por meio de teste de aceitação e demais análises físico-químicas. A adição de polpa de maracujá como adjunto no processamento da cerveja mostrou-se alternativa viável demonstrada pelos resultados satisfatórios na avaliação sensorial, além de apresentar características físico-químicas de cerveja artesanal frutada. O tratamento T2 apresentou o menor teor de açúcar e maiores teores de compostos fenólicos e capacidade antioxidante. A suplementação da cerveja com diferentes porcentagem de polpa de maracujá não interferiu na aceitabilidade da bebida pelos provadores quando comparada com a cerveja *Pilsen* tradicional. Entretanto, os avaliadores do sexo masculino tiveram preferência pelo tratamento T2 para atributos de sabor e odor.

Palavras-chave: cerveja; compostos fenólicos; fermentação; *priming*

ABSTRACT

EVALUATION OF THE PROPERTIES OF A ARTISANAL PILSEN BEER SUPPLEMENTED WITH PULP OF PASSION FRUIT

Beer is one of the most consumed alcoholic drinks in the world and the moderate intake is able to promote benefits to the organism by the presence of bioactive compounds. The beverage market looks for exclusive products and it favors artisanal beer sector. It is possible associate some organoleptic and nutraceutical characteristics of functional interest at drink. The objective of this study was to identify a possible association of the functional effects of *Pilsen* beer with the antioxidant potential of passion fruit. The experimental design was random; the control (T1) treatment was *Pilsen* beer without addition of passion fruit pulp. The others treatments (T2, T3 e T4) containing passion fruit pulp added in 3 concentrations (100% of the whole pulp corresponding to 120ml, 50% in proportion 1 pulp: 1 water, and 25% in proportion 1 pulp: 3 water), with 3 replicates. It was used standard brewing procedures of *Pilsen* beer. Sensory analysis was accounted by means of acceptance test and physico-chemical analysis. The supplemented with passion fruit pulp beers had higher values of biochemical parameters. The treatment T2 had the lowest sugar content and higher contents of phenolic compounds and antioxidant capacity. The supplementation of beer with different percentage of passion fruit pulp did not interfere with the acceptability of the drink by the tasters when compared to the traditional *Pilsen* beer. However, male evaluators preferred treatment T2 for taste and smell attributes. The addition of passion fruit pulp proved to be a viable alternative demonstrated by the satisfactory results in the sensorial evaluation.

Keywords: beer; phenolic compounds; fermentation; priming

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxograma da produção das cervejas	26
Figura 2 - Conjunto de painéis para brasagem, sendo que a superior faz o trabalho de troca de calor e a inferior, faz a mosturação.	35
Figura 3 - Serpentina para recirculação do mosto cervejeiro	36
Figura 4 - Sistema de refrigeração conjunto - motor e ventilador auxiliar	36
Figura 5 - Canos de cobre para circulação e refrigeração do mosto cervejeiro	36
Figura 6 - Termômetro	37
Figura 7 - Programação de tempo e temperatura no processo de brasagem	38
Figura 8 - Balde branco atóxico tipo alimentar	38
Figura 9 - Condicionamento da cerveja em geladeira adaptada com termostato para processo de maturação.....	39
Figura 10 - Refratômetro portátil	44
Figura 11 – Conjunto de destilação para decarbonatação da cerveja.....	45
Figura 12 - Sistema de destilação por arraste de vapor em balão de <i>Kjeldahl</i> para determinação do nitrogênio amoniacal.....	46
Figura 13 - Distribuição de gênero entre os avaliadores	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais estilos de cerveja	24
Tabela 2 - Temperatura e pH de atuação das enzimas durante a mosturação	27
Tabela 3 - Composição centesimal do maracujá	34
Tabela 4 - Quantidade de <i>Primmer</i> adicionado a cerveja considerando os sólidos solúveis presentes na polpa de maracujá	40
Tabela 5 - Formulação das cervejas artesanais suplementadas com polpa de maracujá	41
Tabela 6 - Análise físico-química da cerveja <i>Pilsen</i> frutada	49
Tabela 7 - Análise centesimal da cerveja <i>Pilsen</i> frutada	51
Tabela 8 - Capacidade antioxidante e compostos fenólicos presentes na cereja tipo <i>Pilsen</i> artesanal frutada	52
Tabela 9 - Média das notas atribuídas pelos avaliadores para atributos sensoriais da cerveja artesanal frutada sem a diferenciação entre gêneros	53
Tabela 10 - Média das notas atribuídas pelos avaliadores para atributos sensoriais da cerveja artesanal frutada com a diferenciação entre gêneros	55

SUMÁRIO

1 Introdução	19
2 Revisão de literatura	21
2.1 Cerveja	21
2.2 Processamento da cerveja	25
2.3 Principais ingredientes e qualidade da cerveja artesanal.....	28
2.3.1 Mercado de cerveja	31
2.4 Maracujá.....	32
3 Material e métodos.....	35
3.1.1 Processamento da cerveja artesanal <i>Pilsen</i>	35
3.2 Planejamento experimental	40
3.2.1 Análises físico-químicas	41
3.2.2 Umidade: método de secagem em estufa	41
3.2.3 Sólidos totais (ST)	42
3.2.4 Cinzas:	42
3.2.5 Determinação do pH	43
3.2.6 Determinação da acidez titulável (ATT).....	43
3.2.7 Determinação de sólidos solúveis totais (SST)	43
3.2.8 Determinação do <i>ratio</i>	44
3.2.9 Teor alcóolico	44
3.2.10 Proteínas	45
3.3 Análises bioquímicas.....	46
3.3.1 Compostos fenólicos	46
3.3.2 Capacidade antioxidante	47
3.3.3 Análise sensorial	47
3.3.4 Análise estatística	48
4 Resultados e discussão.....	49
4.1 Caracterização físico-químicas da cerveja frutada.....	49
4.2 Determinação da atividade antioxidante e compostos fenólicos da cerveja artesanal frutada.	51
4.3 Análise sensorial	53
5 Conclusão	57
6 Referências bibliográficas	58

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor de cerveja do mundo, com produção em cerca de 14 bilhões de litros por ano (CERVBRASIL, 2016), sendo que em 2014, as vendas de cervejas ou Chopp alcançaram R\$ 23 bilhões (IBGE, 2016). O consumo per capita médio de cerveja no Brasil é de 82 litros/ano (INNOVARE, 2016), ocupando a 27a posição mundial (CERVBRASIL, 2016). O Barth-Haas Group, empresa de produtos e serviços relacionados ao lúpulo (um dos principais ingredientes da cerveja), divulgou em 2016 uma pesquisa com os quarenta países que mais produzem cerveja no mundo, que juntos correspondem a 91,8% da produção mundial. O ranking apontou que em 2012, a China produziu em meados de 48,9 bilhões de litros, seguido do Estados unidos com a produção de 22, 5 bilhões de litros. A Alemanha mantendo sua tradição pela criação da OKtoberfest fica em 5 lugar entre os países que mais produzem, 9,5 bilhões de litros (Sobral, 2012).

Atualmente, existem diversas formulações de cervejas e essa grande variedade é obtida a partir de mudanças na fabricação da bebida e do uso de ingredientes diferenciados como trigo, milho, centeio, arroz, mel, mandioca, frutas, etc. (SOARES, 2011). A cerveja deverá ser estabilizada biologicamente por processo físico apropriado, podendo ser denominada de Chope ou Chopp quando não for submetida a processo de pasteurização para o envase.

O abuso no consumo dessa bebida alcoólica pode trazer danos à saúde desencadeados pelo alcoolismo; porém, se apreciada com moderação, pode ser benéfica, pois apresenta em sua composição vitaminas, fibras solúveis, minerais e compostos fenólicos advindos do malte e do lúpulo. Assim, a adequação da cerveja em uma dieta pode auxiliar na proteção contra doenças cardiovasculares, devido a suas propriedades antioxidantes (MACIEL et al, 2013).

A tendência do mercado cervejeiro brasileiro é a segmentação, pois os consumidores estão mais interessados em experimentar produtos diferenciados. Com isso, os fabricantes são estimulados a produzir e disponibilizar inúmeras variações da bebida no mercado, buscando atender a esse novo consumidor (SOARES, 2011).

O maracujá, por conter quantidades expressivas de nutrientes e alto valor nutricional (ZERAİK et al., 2010), pode ser um adjunto tanto benéfico, quanto sensorialmente agradável para o potencial consumidor.

Por isso, esse estudo se justificou pela busca de novas formulações de cervejas com a adição de frutas tropicais brasileiras, como o maracujá, visando obter um produto diferenciado para o mercado consumidor com alto potencial funcional.

O objetivo desse trabalho foi produzir e destacar as principais características físico-químicas, o potencial funcional e os atributos sensoriais da cerveja tipo *Pilsen* produzida com a adição de diferentes porcentagens de polpa de maracujá.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cerveja

A fermentação é uma das mais antigas práticas para conservação, produção e preservação das propriedades funcionais dos alimentos (FLORES; WATANABE, 2014). Durante o processo fermentativo há uma decomposição ou troca química a qual produz moléculas orgânicas pela ação de microrganismos, cujo controle do processo se dá através da seleção dos microrganismos efetores, dos substratos envolvidos e pH adequado (GAVA; SILVA; FRIAS, 2008). Na indústria de alimentos três tipos de fermentação são as mais usadas: a fermentação láctica, acética e alcoólica (EVANGELISTA, 2001; FLORES; WATANABE, 2014). Este último tipo é utilizado, principalmente, na produção de bebidas alcoólicas, fermentadas ou destiladas (SILVA, 2004).

A cerveja, provavelmente, foi descoberta por acaso, em função da fermentação espontânea da mistura de cereais e posterior degustação (LIMA; MOTA, 2003). Certamente, não foi a primeira bebida alcoólica descoberta, no entanto, foi relatada em escritos religiosos antigos do século II a.C. (FLORES; WATANABE, 2014). Outras pesquisas históricas mostram que sua origem é da região da Mesopotâmia, onde sua preparação já ocorria há cerca de 6000 anos a.C. no Egito antigo (CEREDA, 1983; MARTINS, 1991; LIMA; MOTA, 2003).

Nos mosteiros existentes na época medieval, produziam cerveja a base de água e malte. A bebida foi chamada de “pão líquido” devido os estágios de produção serem semelhantes aos da produção de pães (AQUARONE et al., 2001).

Com isso, a cerveja, produto tradicionalmente aceito e em evidência por milhares de anos, por definição é uma bebida não destilada, carbonatada e de baixo teor alcoólico, preparada a partir da fermentação de cereais malteados, sendo o mais comum a cevada, lúpulo e água de boa qualidade (ALMEIDA; SILVA, 2005).

No Brasil, a bebida chegou em 1808, trazida pela família real portuguesa de mudança para o então Brasil Colônia. Com a abertura dos portos às nações amigas

de Portugal, foi a Inglaterra o primeiro país a introduzir a cerveja na antiga colônia (COUTINHO, 2015).

Estima-se que atualmente haja mais de 20 mil diferentes formulações de cervejas. Essa grande variedade é obtida a partir de mudanças no processo de fabricação da bebida, envolvendo variáveis como: o tempo e temperatura nas etapas de mosturação, fermentação, maturação e o uso de ingredientes diferenciados como trigo, milho, centeio, arroz, mel, mandioca, frutas e outros (SOARES, 2011).

O malte, matéria prima principal da cerveja, é obtido através da germinação incompleta de grãos de cereais, isso o torna uma matéria-prima rica em açúcar e portadora de fatores importantes como: alto teor de amido, proteínas e substâncias nitrogenadas que tornam a cevada um dos cereais de maior preferência. O malte também é a principal fonte de energia para o processo fermentativo além de conferir à bebida o aroma, a cor e o sabor característicos da bebida (FLORES; WATANABE, 2014). Algumas formulações de cerveja utilizam apenas um tipo de malte, enquanto outros combinam dois ou mais tipos, isso proporciona características específicas a cada cerveja.

O Decreto nº 6.871 (BRASIL, 2009), de 4 de junho de 2009, artigo 36, define cerveja como 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 ainda classifica a cerveja quanto ao extrato primitivo, à cor, ao teor alcoólico, à proporção de malte e cevada e quanto a fermentação (BRASIL, 2009),

Relacionados ao presente projeto, destacam-se os seguintes artigos:

Art. 36. As cervejas são classificadas:

I - quanto ao extrato primitivo, em:

a) cerveja leve, definida como sendo a cerveja cujo extrato primitivo é maior ou igual a cinco por cento em peso e menor que dez e meio por cento em peso, podendo denominar-se cerveja *light* a cerveja leve que cumpra também, cumulativamente, os requisitos constantes dos itens 1 e 2, seguintes:

Art. 40. A cerveja poderá ser adicionada de suco ou extrato de vegetal, ou ambos, que poderão ser substituídos, total ou parcialmente, por óleo essencial, essência natural ou destilado vegetal de sua origem.

Art. 41. A cerveja adicionada de suco de vegetal deverá ser denominada “cerveja com ...”, acrescida do nome do vegetal.

Art. 42. Quando o suco natural for substituído total ou parcialmente pelo óleo essencial, essência natural ou destilado do vegetal de sua origem, será denominada “cerveja sabor de ...”, acrescida do nome do vegetal.

Segundo, o Decreto nº 2.314, de 4 de setembro de 1997 que regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, a qual dispõe sobre a padronização, classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas, no Art. 66, parágrafo V, as cervejas também são classificadas como de baixa e alta fermentação.

As cervejas do tipo *Ale*, consideradas de alta fermentação, são as preferidas pelos cervejeiros artesanais; enquanto as *Lager*, de baixa fermentação, são produzidas em escala industrial (VIOTTI, 2012; TRINDADE, 2016). As cervejas *Lager* possuem sabor e aroma mais suaves quando comparadas às cervejas *Ale* devido às baixas temperaturas usadas no processo fermentativo. As leveduras utilizadas na elaboração de cada tipo também são diferentes, sendo mais comum a utilização da *Saccharomyces calshbergensis* para as cervejas do tipo *Lager* e a *Saccharomyces cerevisiae* para o tipo *Ale*. Estão descritos os principais exemplos de cervejas do tipo *Lager* e *Ale* na Tabela 1.

Tabela 1 - Principais estilos de cerveja

Cerveja	Estilo de Cerveja	Característica
Lager	<i>Bock</i>	Escura, forte, maltada, sabor <i>toffee</i> , amargor contido
	<i>Vienna</i>	Bronze, adocicada, maltada, caramelizada, amargor leve.
	<i>Munich</i>	Escura, maltada, sabor de pão, amargor moderado.
	<i>Witbier</i>	Belga de trigo, amarelo turva, leve, cítrica, gosto acentuado.
	<i>Pilsen</i>	Dourada, seca, amarga, floral.
Ale	<i>Stout</i>	Preta, sabor de café e chocolate, seca ou doce
	<i>Porter</i>	Escura, lupulada, sabores de café, caramelo e achocolatada.
	<i>India Pale Ale</i>	Âmbar, forte, com aroma e amargor de lúpulo.
	<i>Brown Ale</i>	Escura, caramelizada, frutada leve sabor achocolatado.

Fonte: OLIVER (2012) ADAPTADA.

Assim como o vinho, as cervejas têm importância nutricional e fisiológica (BRUNELLI, 2012). Elas contêm, em sua composição química, substâncias benéficas à saúde como antioxidantes e vitaminas, em especial a do complexo B (niacina riboflavina, piridoxina e os folatos), presentes nos cereais malteados (KUNZE, 2006; TRINDADE, 2016).

A bebida também apresenta compostos fenólicos, em especial os antocianógenos, que são substâncias de baixo peso molecular e que tem efeito bactericida, estimula atividade cardíaca e contribuem com a absorção de ferro e magnésio. Esses compostos possuem ainda um forte poder de redução e impedem alguns processos oxidativos do metabolismo (FAGRELL *et al.*, 1999, KUNZE, 2006).

2.2 Processamento da cerveja

A produção de cerveja é um processo biotecnológico que apresenta três etapas chaves: produção do mosto, fermentação e acabamento da cerveja (VENTURINI FILHO; CEREDA, 2001; REECK *et al.*, 2010).

Após um processo de germinação em condições controladas, a cevada recebe o nome de malte, termo técnico utilizado para definir a matéria-prima resultante da germinação de qualquer cereal, exemplo do trigo e centeio, sob condições controladas.

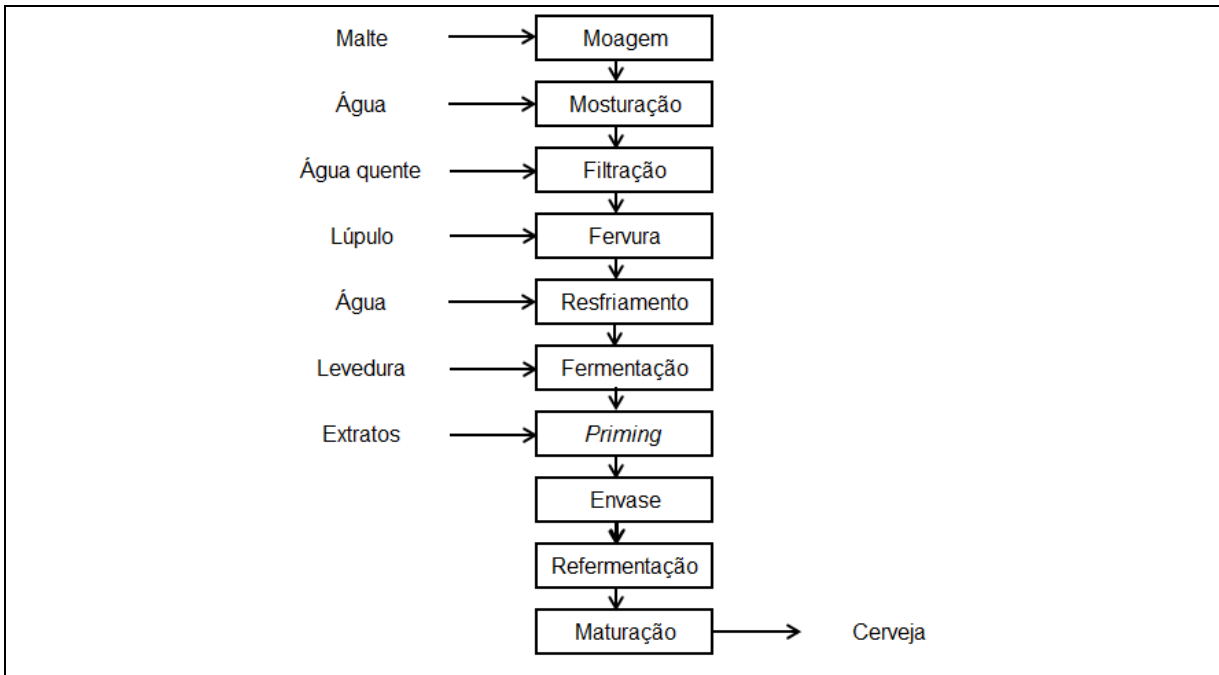
Esse processo, conhecido como maltagem, favorece o desenvolvimento de enzimas e modifica o amido, tornando-o mais macio e solúvel (REBELLO, 2009).

Algumas operações, como a limpeza e classificação dos grãos, são necessárias para que os mesmos se tornem mais uniformes em relação ao tamanho e ao peso para o processo de maltagem. O teor de umidade inicial dos grãos deve estar entre 11 - 12 % e, ao final do processo, o teor de umidade é de 42 - 48% alcançado, aproximadamente, em torno de dois dias (MARTINS; RODRIGUES, 2015).

Após a germinação dos grãos, os mesmos irão para o processo de secagem a uma temperatura inicial entre 49 - 60 °C, posteriormente essa temperatura será elevada para 70 °C, e finalmente, para 88 - 100 °C. Este procedimento resulta em uma diminuição do teor de umidade do grão de 45 % para aproximadamente 5 %, é nesta fase que se incorpora a maior parte do sabor característico do malte ao grão (VENTURINI FILHO; CEREDA, 2001; CARVALHO, 2007).

De mão da principal matéria prima, o malte, o processo de fabricação da cerveja pode ser dividido nas seguintes fases: mosturação ou brassagem, fervura do mosto, fermentação, maturação e engarrafamento, conforme o fluxograma apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma da produção das cervejas



Na etapa de mosturação ou brassagem, ocorre a mistura do malte moído e da água em dornas com controle de temperatura, que iniciam o processo a baixas temperaturas e vão aquecendo por etapas até 75 °C, chamadas rampas de mosturação. Essas rampas são iniciadas em temperaturas em torno de 50 °C, em que serão ativadas as proteases. Quando a temperatura chega em torno de 60 - 65 °C ocorre a sacarificação do amido gelificado pela β -amilase e a finalização do mosto cervejeiro ocorre quando a temperatura alcança 70 - 75 °C pela dextrinização do amido pela α -amilase (OETTERER *et al.*, 2006).

O produto final desse processo é denominado mosto cervejeiro e pode ser definido como uma solução em água potável de carboidratos, açúcares simples, proteínas, aminoácidos e sais minerais resultantes da degradação enzimática dos componentes da matéria-prima do mosto (SANTOS; RIBEIRO, 2005; CARVALHO, 2007) (Tabela 2).

Tabela 2 - Temperatura e pH de atuação das enzimas durante a mosturação

Enzimas	Temperatura Ótima (°C)	pH ótimo	Substrato
Hemicelulose	40 - 45	4,5 - 4,7	Hemicelulose
Exopeptidases	40 - 50	5,2 - 8,2	Proteínas
Endopeptidases	50 - 60	5,0	Proteínas
Dextrinase	55 - 60	5,1	Amido
Beta-Amilase	60 - 65	5,4 - 5,6	Amido
Alfa-Amilase	70 - 75	5,6 - 5,8	Amido

Fonte: Dragone; Almeida e Silva (2010)

Durante a fervura do mosto, ocorrerá a estabilização biológica (os micro-organismos, provenientes das etapas anteriores, são destruídos); estabilização bioquímica (as enzimas que se mantiveram ativas são inativadas) e estabilização físico-química (as proteínas de maior peso molecular são desnaturadas, precipitam e, com elas, arrastam os polifenóis, tornando o mosto mais limpo).

O lúpulo pode ser acrescentado quando a fervura está no meio ou mesmo no final, já que os óleos essenciais do lúpulo por serem substâncias voláteis podem perder-se durante fervura prolongada. Contudo, são essas substâncias responsáveis pelo desenvolvimento do aroma característico da cerveja (SANTOS; RIBEIRO, 2005; CARVALHO, 2007).

Após a fervura procede-se a centrifugação, o resfriamento e a aeração do mosto para inocular a levedura cervejeira. Na primeira fermentação, conhecida como principal, ocorre a utilização dos açúcares pelas leveduras e produção de CO₂ e álcool, de forma que essa cerveja considerada “verde” ainda possui uma suspensão de leveduras devendo seguir para etapa maturação.

A fase de maturação consiste em um repouso prolongado da cerveja a temperaturas baixas (0 a 3 °C durante um período de 15 a 60 dias), esse período favorece a melhoria do sabor final. Neste processo, há a precipitação de proteínas e leveduras; o amargor do lúpulo se atenua e o sabor da cerveja madura se estabelece, além de evitar a oxidação da bebida (SANTOS; RIBEIRO, 2005; CARVALHO, 2007; MATOS, 2011).

O objetivo dessa etapa é a clarificação e a carbonatação da cerveja, a qual se produzidas na indústria, segue para engarrafamento e pasteurização (SANTOS; RIBEIRO, 2005; CARVALHO, 2007; REBELLO, 2009 e MATOS, 2011).

Já na produção com característica artesanal, as técnicas utilizadas são simples, assim como os equipamentos são menos sofisticados, ou seja, com menor exigência tecnológica; porém com controle rigoroso de qualidade.

2.3 Principais ingredientes e qualidade da cerveja artesanal.

Os ingredientes que compõem a cerveja interferem diretamente em seus atributos e qualidade, isso torna-os um fator essencial da produção de cervejas especiais, principalmente no âmbito das micro cervejarias as quais buscam um produto final apreciado pelo consumidor e de maior qualidade (MATOS, 2011; FLORES; WATANABE, 2014).

A água constitui de 90 a 96 % da bebida em peso e, por isso, tem suma importância na produção cervejeira. Segundo Brunelli (2012), ela é a responsável pela leveza, qualidade e confiabilidade da bebida, sendo que sua composição iônica permite a elaboração de variados estilos de cerveja.

Para construção das primeiras cervejarias, o pH da água era um fator decisivo na definição dos locais de sua implantação, no entanto, atualmente, é possível ajustar o pH com o acréscimo de ácido cítrico ou carbonato de cálcio conforme o tipo de cerveja que se deseja produzir, além disso, as indústrias dominam o processo de desmineralização da água cervejeira. A água cervejeira deve satisfazer os requisitos gerais de potabilidade e as necessidades tecnológicas do processo como ter pH na faixa de 4,5 e 5,5 para maior extração de açúcares e proteínas dos grãos (BOULTON; QUAIN, 2008).

A dureza da água refere-se a sua quantidade de íons de cálcio e magnésio que é balanceada, em grande parte, pela alcalinidade que, por sua vez, está relacionada à presença de bicarbonatos.

A utilização de água com caráter alcalino poderá promover a extração de substâncias amargas presentes na casca do malte e dificultar a hidrólise do amido

(BOULTON; QUAIN, 2008). Por essa razão, segundo Venturini Filho (2004), a dureza, a alcalinidade e o pH da água são fatores fundamentais para a produção de cerveja.

Quanto à presença de sais na água, o íon magnésio atua como cofator enzimático em muitas reações bioquímicas, principalmente durante a fermentação. Entretanto, as enzimas alfa e beta amilases atuam de maneira mais eficaz em mostos ácidos devido às interações elétricas às ligações alfa e beta que ficam mais expostas para a atuação das enzimas (VENTURINI FILHO; CEREDA, 2001; TSCHOPE, 2001; BOULTON; QUAIN, 2008).

No malte estão presentes as enzimas de maior importância para o processo cervejeiro, a alfa-amilase, a beta-amilase e as proteases. Essas enzimas atuam em mostos ácidos, condição que tem relação direta com extração de açúcares fermentescíveis os quais serão originados durante a mosturação e utilizados pelas leveduras no processo de fermentação, resultando na produção do álcool (MATOS, 2011).

O lúpulo é uma planta da família das *Cannabaceae* (HORNSEY, 1999), sendo a espécie comumente utilizada nas cervejarias o *Humulus lupulus* que tem como função conferir sabor e aroma característico da cerveja. Também atua como agente coagulante de proteínas, importante para estabilidade e retenção da espuma durante o acabamento da bebida. Segundo Boulton e Quain (2008); Oetterer; D'Arce; Spoto (2006) e Preedy (2010), o lúpulo atua também como antisséptico e apresenta efeito bacteriostático.

O caráter aromático da cerveja é originado pelos óleos essenciais, chamados de lupulina e presentes na inflorescência da planta, representando de 0,05 % a 2 % do peso da flor. Essa porcentagem compreende uma mistura complexa de mais de 250 componentes os quais atribuem o sabor e aroma floral, picante e cítrico para a bebida (FLORES; WATANABE, 2014). O amargor conferido a cerveja pelo lúpulo é proveniente da isomerização de alfa-ácidos presentes no vegetal durante o processo de fervura (BRUNELLI, 2012).

As leveduras utilizadas na produção da cerveja são fungos unicelulares pertencentes ao gênero *Saccharomyces*, sendo a espécie mais conhecida a *S. cerevisiae*. Esses fungos são responsáveis pela fermentação alcoólica do mosto

cervejeiro a partir da metabolização dos açúcares fermentescíveis para produzir álcool, gás carbônico, energia na forma de ATP e calor (BOULTON; QUAIN 2008).

A legislação brasileira vigente permite a substituição de parte do malte de cevada por adjuntos cervejeiros, cujo emprego não poderá ser superior a 45 % em relação ao malte de cevada (BRASIL, 2009).

Esses adjuntos são todos aqueles ingredientes adicionados - além da água, malte, lúpulo e levedura - cuja utilização objetiva contribuir e agregar sabor, cor e aroma às cervejas. As frutas são um dos adjuntos possíveis de se utilizar na produção de cerveja artesanal. A adição de frutas como cereja, framboesa e pêssego são comuns para esse estilo de cerveja (PRASAD, 2014; SPITAEELS et al., 2014).

Deve-se observar a quantidade permitida para adição de adjuntos provenientes de frutas, pois é diferente dos adjuntos de cereais, segundo a legislação. Para produção de cervejas claras os adjuntos vegetais não podem ultrapassar 10 % do peso total; já para a produção de cervejas escuras, esse limite não pode exceder 25 % do peso total. A prática de adicionar adjuntos vegetais como frutas é um hábito bastante antigo, utilizada antes mesmo do lúpulo figurar como um dos ingredientes principais. A Bélgica é um dos países que faz uso de frutas e é reconhecida pelas cervejas produzidas com cereja e framboesa (D'AVILA et al., 2012).

Os adjuntos líquidos, como caldo de cana, suco de frutas, mel e outros, são normalmente acrescentados como *Primings*, ou seja, como se constituem de açúcares exclusivamente fermentescíveis, são adicionados para a realização da fermentação secundária no interior da garrafa (BOULTON; QUAIN 2008).

A adição de frutas tropicais como adjunto cervejeiro pode fornecer um produto inovador e elas também são uma alternativa em fonte de açúcares para as leveduras realizarem a fermentação alcoólica. De modo geral, os adjuntos vegetais como frutas vermelhas e amarelas, podem agregar mais ao processo, pois contribuem com o aumento de compostos fenólicos (D'AVILA et al., 2012).

Assim, o maracujá amarelo, conhecido como maracujá azedo, (*Passiflora edulis*) devido ao seu aroma agradável e sabor característico, é muito apreciado pelos brasileiros e considerado um fruto tropical de sabor exótico. Além disso, esse fruto tem em sua composição importantes moléculas bioativas, sendo uma boa fonte de

provitamina A, niacina, riboflavina, ácido ascórbico (VERAS; PINTO; MENESES, 2000; TUPINAMBÁ, 2008; CAMPOS et al., 2013), substâncias polifenólicas (ZERAİK et al., 2010), ácidos graxos poli-insaturados (KOBORI; JORGE, 2005) e fibras (CÓRDOVA et al., 2005), entre outras classes de substâncias.

Na cerveja, o maracujá pode promover doçura residual e um leve aroma e sabor exóticos, característicos do fruto. Para a incorporação desse adjunto, recomenda-se que a cerveja seja pouco “lupulada” e mais forte, com 13 a 15 °Brix no extrato primitivo, com a finalidade de aumentar o caráter vinoso à cerveja, por meio do maior teor de álcool e ésteres (KUNZE, 2006).

2.4 Mercado de cerveja

A produção nacional de cerveja totalizou, no mês de novembro de 2016, 1,28 bilhões de litros e a região sudeste lidera a distribuição de cerveja segundo a Associação Brasileira da indústria de cerveja (CERVBRASIL, 2016). O Setor cervejeiro no Brasil é um importante mercado, pois fornece a bebida alcoólica mais consumida e ocupa a quinta colocação no *ranking* de consumo de bebidas mundial. A cerveja tipo *Pilsen* (ou *Pilsener*) é a líder absoluta na preferência dos consumidores em nível mundial. No Brasil, corresponde a 98 % do total consumido. A tendência do mercado cervejeiro brasileiro é a segmentação, pois os consumidores estão mais interessados em experimentar produtos diferenciados.

Segundo a Associação Brasileira da Indústria da Cerveja (CERVBRASIL), o Brasil produziu 14 bilhões de litros de cerveja em 2014 e ocupa o terceiro lugar no *ranking* mundial de produção. No ano de 2013, as companhias produtoras de cerveja foram responsáveis por 1,6 % do PIB nacional, gerando um faturamento de R\$ 77 bilhões, o que ressalta a grande importância da indústria cervejeira para a economia brasileira (CERVBRASIL, 2016). Segundo a Cervbrasil o setor cervejeiro movimentou a economia brasileira com investimento próximo aos 20 bilhões entre 2011 e 2014 sendo responsável por aproximadamente de 2,2 milhões de empregos diretos e indiretos envolvendo a produção de matéria prima e o produto final na indústria.

O perfil de consumo nacional das cervejas vem se modificando, pois grandes indústrias cervejeiras tiveram alguns problemas que culminaram na perda de qualidade devido a defeitos como: o TRUB, um aglomerado de proteínas, polifenóis e taninos que alteram o sabor; e o “jacarezinho”, coloides que influenciam na turbidez da cerveja (REBELLO, 2009).

Esses defeitos durante o processo industrial das grandes cervejarias podem ter aberto um nicho de mercado para as cervejarias menores e artesanais (MORATO, 2009; FLORES; WATANABE, 2014).

As micro cervejarias nacionais possuem uma pequena escala de produção e concentram principalmente nas regiões sul e sudeste do Brasil segundo a ABRABE (2013). A cerveja artesanal é caracterizada como um produto de alto valor agregado e com potencial de comercialização considerado ótimo. (ARAUJO; SILVA; MINIM, 2003).

2.5 Maracujá

Maracujá, nome popular dado a várias espécies do gênero *Passiflora* (o maior da família *Passifloraceae*). Cerca de 90 % das 400 espécies desse gênero são originárias das regiões tropicais e subtropicais do globo, sendo o maior foco de distribuição geográfica o Centro-Norte do Brasil, onde encontram-se pelo menos 79 espécies. As espécies de maior interesse comercial no país são *Passiflora edulis* Sims, *Passiflora cincinnata* Mast. *Passiflora setacea* DC., *Passiflora alata* Curtis (FALEIRO; JUNQUEIRA, 2016).

O Brasil é o principal país produtor e consumidor de maracujá-amarelo. A produção brasileira, no ano de 2014, foi em torno de 840.000 toneladas em uma área plantada de 57.300 ha. Esta produção engloba todos os estados brasileiros e o Distrito Federal, apresentando boas perspectivas para ampliação da área cultivada, citando-se, nesse caso, a Bahia, o Espírito Santo, São Paulo, o Rio de Janeiro e o Sergipe (IBGE, 2014).

A conservação de frutas na forma de sucos, polpas e outros produtos foi desenvolvida para aumentar o oferecimento das mesmas e para a utilização dos

excedentes de produção. A polpa de fruta congelada é o produto obtido da parte comestível da fruta após trituração e/ou despulpamento e preservação por congelamento. Sua utilização ocorre, quase sempre, como matéria-prima para processamento de outros produtos, como néctares, sucos, geleias, sorvetes e doces. Geralmente, as polpas são comercializadas em embalagens flexíveis (sacos plásticos de polietileno) ou em embalagens cartonadas assépticas devido à facilidade de manuseio e à proteção contra oxidações. As embalagens, além de evitarem as alterações das características sensoriais do produto, devem satisfazer às necessidades de marketing, custo e disponibilidade, entre outros fatores (BRUNINI; DURIGAN; OLIVEIRA, 2002).

Várias pesquisas têm sido conduzidas mostrando o potencial do maracujá (fruto, casca e semente) para várias finalidades, e a atividade biológica mais estudada com relação aos frutos do maracujá é sua ação antioxidante. A atividade antioxidante em sucos é atribuída aos polifenóis, principalmente aos flavonoides (HEIM; TAGLIAFERRO; BOBILYA, 2002). Com isso, a partir da adição da polpa de maracujá durante o processamento da cerveja, pode-se obter diversas variações de sabores para distintos gostos de consumidores. Conforme Tabela 3, pode-se observar alguns dados da composição centesimal da polpa de maracujá.

Tabela 3 - Composição centesimal do maracujá

Componentes	<i>P.edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> ¹	<i>P. edulis</i> ²
Umidade (%)	72,20	75,10
Proteínas (g)	3,00	2,20
Gordura (g)	0,12	0,70
Glucose (%)	38,10	37,10
Frutose (%)	29,40	33,50
Sacarose (%)	32,40	29,40
Fibras (%)	12,80	0,04
Ácido cítrico (meq)	13,10	55,00
Ácido málico (meq)	10,55	3,86
Ácido láctico (meq)	0,58	7,49
Ácido malônico (meq)	0,13	4,95
Ácido succínico (meq)	traços	2,42
Cinzas (%)	0,50	0,80
Sódio (mg)	8,00	28,00
Potássio (mg)	208,00	348,00
Cálcio (mg)	6,80	13,00
Ferro (mg)	0,60	1,60
Fósforo (mg)	63,80	64,00
Magnésio (mg)	28,00	17,00
Zinco (mg)	0,60	0,10
Cobre (mg)	0,19	0,10
Vitamina A (U.I)	200,00	700,00
Tiamina (mg)	traços	traços
Riboflavina (mg)	0,10	0,10
Niacina (mg)	1,50-2,20	1,50
Ácido ascórbico (mg)	22,00	30,00

Fonte: ZERAIK et al., (2010)

Há uma tendência no mercado mundial de consumo de cervejas com sabor frutado e esse segmento tem atraído clientes que antes não consumiam cerveja. A crescente procura dos consumidores por produtos diferenciados também chama a atenção dos pesquisadores no desenvolvimento de produtos os quais sejam sensorialmente atrativos e possuam um potencial funcional (RIO, 2013).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Processamento da cerveja artesanal *Pilsen*

A cerveja tipo *Pilsen* foi produzida no Departamento de Química e Bioquímica no Instituto de Biociências, Campus Botucatu/SP, em junho de 2016. A bebida foi preparada de forma artesanal, com o auxílio de duas panelas de alumínio (Figura 2), sendo uma para a fervura e outra para a mosturação. Utilizou-se uma serpentina para troca de calor e o mosto foi bombeado entre as duas panelas (recirculação, Figura 3). Além disso, a panela cervejeira foi equipada com filtro de cobre (instalado no fundo da panela e conectado a torneira além de chuveirinho para auxiliar na recirculação (Figuras 4 e 5).

Figura 2 - Conjunto de panelas para brasagem, sendo que a superior faz o trabalho de troca de calor e a inferior, faz a mosturação.



Figura 3 - Serpentina para recirculação do mosto cervejeiro



Figura 4 - Sistema de refrigeração conjunto - motor e ventilador auxiliar



Figura 5 - Canos de cobre para circulação e refrigeração do mosto cervejeiro



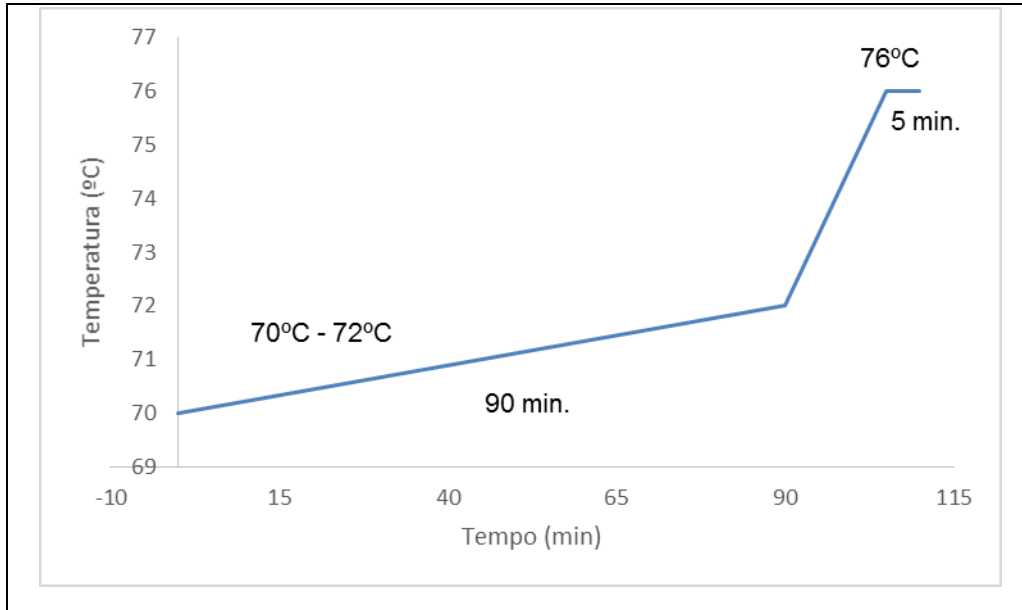
O malte foi introduzido na tina de mostura, sob sistema de agitação e o processo de mosturação realizado por infusão com constante monitoramento da temperatura, por meio de um termômetro (Figura 6).

Figura 6 - Termômetro

Para a produção de 20 L de cerveja, pelo método de brassagem tradicional, utilizou-se, numa relação de 2,5 a 3 L de água por kg de malte próprio para produção de cerveja do tipo *Pilsen*. O material já triturado e seco foi adquirido na empresa *Cervejando*, de Porto Seguro/BA.

Na panela de mosturação, o mosto foi separado do bagaço do malte por meio de filtração convencional, sendo a própria torta de filtração (bagaço) do malte usada como elemento filtrante. Após a filtração do mosto, este foi fervido, durante 80 minutos, sendo que aos 15 minutos de ebulição, foi adicionado 7,5 g de lúpulo de amargor (Lúpulo *Hallertau Magnum*[®]); a segunda carga, de mesma massa, foi adicionada aos 40 minutos e aos 50 minutos, adicionou-se o lúpulo aromático (Lúpulo Aromático *Hallertau Tradition*[®]).

Na brassagem, foram estabelecidas rampas de temperatura de 70 - 72 °C por 90 minutos e de 76 °C por 5 min para desnaturação enzimática, conforme apresentado na Figura 7. O extrato obtido após a fervura e resfriamento apresentou °Brix próximo a 12, medido por refratômetro.

Figura 7 - Programação de tempo e temperatura no processo de brassagem

O mosto corrigido foi resfriado a 30 °C, com o auxílio da serpentina conectada a rede de água e fez-se o uso do *whirpool* (agitação constante, em sentido horário, por 2 minutos, para decantar as partículas em suspensão para remoção de proteínas coaguladas após fervura).

Para fase de fermentação primária acondicionou-se a cerveja em baldes brancos tipo alimentar com capacidade de 5 L (Figura 8). Para a inoculação, utilizou-se 2,3 g de fermento cervejeiro (levedura de baixa fermentação, *Saccharomyces cerevisiae*).

Figura 8 - Balde branco atóxico tipo alimentar

Assim iniciou-se o processo de fermentação que se manteve por 21 dias a 12°C. A manutenção desta temperatura, foi possível pela adaptação de um sistema de termostato, em geladeira doméstica (Figura 9 - A).

Figura 9 - Condicionamento da cerveja em geladeira adaptada com termostato para processo de maturação.



Após esse período, iniciou-se o *Priming* (refermentação na garrafa). Este processo, consiste em misturar açúcar invertido à cerveja, com objetivo de produzir gás em ambiente fechado (garrafa). O processo de refermentação facilita, durante a fervura, a transformação da molécula de sacarose em frutose e glicose pelo ácido cítrico presente no limão.

Para produzir o xarope de açúcar invertido, dissolveu-se açúcar cristal em meio litro de água filtrada, com 3 gotas de limão, na proporção de 7,5 g por litro de cerveja. Baseado nos valores de sólidos solúveis do extrato primitivo e das diferentes concentrações de polpa de maracujá, descontou-se os valores de sólidos solúveis já presentes nas diferentes proporções de polpa de maracujá para adição da sacarose invertida, conforme Tabela 4.

Finalizada a fervura do xarope de açúcar invertido, a polpa de maracujá, previamente filtrada e congelada foi adicionada à solução preparada e, posteriormente, acrescentada ao mosto.

Tabela 4 - Quantidade de *Primmer* adicionado a cerveja considerando os sólidos solúveis presentes na polpa de maracujá

Tratamento	Sólidos solúveis (polpa) °Brix	Quant. de <i>Priming</i> (Sacarose invertida)
Controle	-----	37,50 g
100 % de polpa	15,60 °B	21,90 g
50 % de polpa	8,16 °B	29,34 g
25 % de polpa	3,84 °B	33,66 g

Após esse processo, as cervejas foram envazadas e voltaram para a geladeira com temperatura controlada de $12 \pm 1^\circ\text{C}$ para carbonatação e maturação da bebida (Figura 9 – B e C).

3.2 Planejamento experimental

O delineamento experimental da produção de cerveja foi definido a partir da adição de polpa de maracujá na fase de refermentação (*Priming*). A polpa foi diluída em três concentrações diferentes, sendo 100 % constituído pela polpa integral (120 mL), 50 % de polpa na proporção 1:1 (60 mL de polpa: 60 mL de água) e 25 % de polpa na proporção 1:3 (30 mL de polpa e 90mL de água). As cervejas foram divididas em quatro tratamentos e produzidas em três lotes (repetições), totalizando 12 parcelas experimentais (Tabela 5).

Tabela 5 - Formulação das cervejas artesanais suplementadas com polpa de maracujá

Cerveja artesanal	Volume do mosto (L)	Volume da polpa de maracujá (L)	Volume de água (L)	Volume Final (L)
T1 (Controle)	5,00	0	0	5
T2 (100%)	4,88	0,12	0	5
T3 (50%)	4,88	0,06	0,06	5
T4 (25%)	4,88	0,03	0,09	5

3.2.1 Análises físico-químicas

As análises referentes para composição físico-química da cerveja tipo *Pilsen* frutada seguiram a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2008), realizadas em triplicata.

3.2.2 Umidade: método de secagem em estufa

A umidade foi determinada através da perda de peso das amostras de cerveja aquecida a 105 ± 1 °C, até peso constante. Os cadinhos foram previamente colocados em estufa e retirados quando apresentaram peso constante. Antes da pesagem, foram colocados em dessecador, para perda de temperatura sem ganho de umidade. Em seguida, pesou-se 10 g de cerveja nos cadinhos e foram colocados novamente em estufa. Quando o peso dos cadinhos estabilizou, foram transferidos ao dessecador para posterior pesagem final dos mesmos.

3.2.3 Sólidos totais (ST)

Para o cálculo do sólidos totais subtraiu-se de 100 % os resultados do teor de umidade de acordo com a equação:

$$ST = (MS - MR) * 1000 \div VA \quad (1)$$

Onde:

ST= sólidos totais, mg/L

MS=Massa da amostra seca a 105°, mg

MR= Massa do recipiente, mg

VA=Volume da amostra, mL

3.2.4 Cinzas:

Foram pesados 2 g da cerveja, utilizando-se cápsulas de porcelana previamente taradas. Essas amostras foram desidratadas a 105 ± 2 °C por 12 horas e, em seguida, foram mantidas em dessecador, para a posterior pesagem. Em sequência, as amostras foram carbonizadas em mufla a 550 °C por 4 horas. Após resfriadas em dessecador até a temperatura ambiente as amostras foram pesadas. O cálculo do percentual de cinzas foi efetuado por meio da seguinte expressão:

$$\% \text{ Cinzas} = [(S * 100) / P] \quad (2)$$

Onde:

S = massa de cinzas (g);

P = massa da amostra (g).

3.2.5 Determinação do pH

A análise do pH foi feita em medidor de pH (potenciômetro), de acordo com Brasil (2008).

Para o uso do potenciômetro, previamente fez-se a calibragem com as soluções tampão pH 7 e 4. Adicionou-se 30 mL da cerveja em béquer, contendo uma barra magnética (peixinho) e colocando o sistema sobre um agitador magnético. Emergiu-se o eletrodo e o termômetro na amostra até fixar o valor do pH no visor digital.

3.2.6 Determinação da acidez titulável (ATT)

A acidez titulável da cerveja foi determinada pelo método da titulação volumétrica com solução de NaOH 0,1 M, utilizando-se como indicador solução alcoólica de fenolftaleína a 1 %. Pipetou-se 10 mL da amostra e 100 mL de água em béquer e titulou-se a solução de hidróxido de sódio padronizada (0,1 N) até o ponto de viragem (pH 8,2 - 8,4), utilizando o potenciômetro, conforme Brasil (2008).

3.2.7 Determinação de sólidos solúveis totais (SST)

A determinação de sólidos solúveis foi realizada através da leitura direta em refratômetro portátil (Figura 10), com valor corrigido a 20 °C e os resultados expressos °Brix de acordo com a metodologia de Brasil (2008).

Figura 10 - Refratômetro portátil

3.2.8 Determinação do *ratio*

O *ratio* representa a relação direta entre os sólidos solúveis e o valor da acidez titulável, expressos de forma adimensional, de acordo com equação:

$$\text{ratio} = \frac{\text{sólidos solúveis totais}}{\text{acidez total}} \quad (3)$$

3.2.9 Teor alcóolico

A graduação alcóolica das cervejas artesanais elaboradas foi determinada utilizando o alcoômetro 0 a 50 (porcentagem de álcool por volume) com leitura direta a 20 °C, conforme metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2008).

Para a utilização do alcoômetro, devido à presença do gás carbônico nas cervejas, foi necessária a destilação, para a qual transferiu-se 100 mL da amostra previamente descarbonatada manualmente à qual foi adicionado 50 mL de água destilada e levada ao conjunto de destilação (Figura 11), o destilado foi recolhido em um balão volumétrico de 100 mL, e realizada a determinação da densidade relativa a 20 °C pelo alcoômetro.

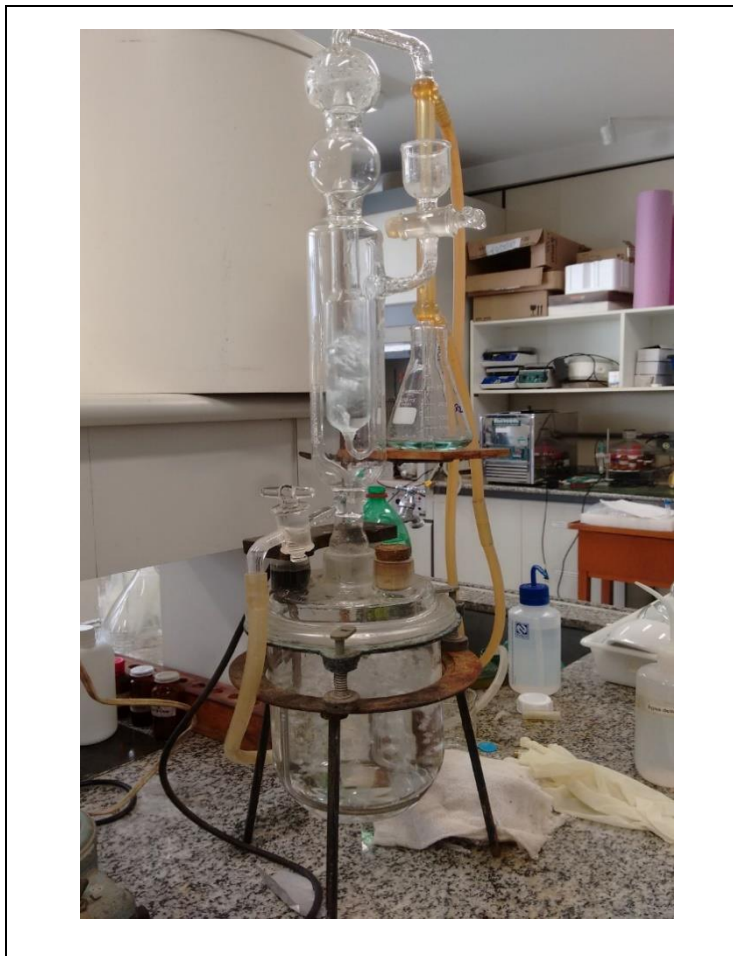
Figura 11 – Conjunto de destilação para descarbonatação da cerveja



3.2.10 Proteínas

O teor de proteínas foi determinada pelo método de *Kjeldahl*, o qual quantifica o N orgânico total. Para conversão do N em proteína, multiplica-se o resultado pelo fator 6,25. O procedimento do método baseou-se no aquecimento da cerveja com ácido sulfúrico para digestão até que o carbono e hidrogênio fossem oxidados. Todo nitrogênio presente na amostra transformou-se em sulfato de amônio. Adicionou-se NaOH concentrado e aqueceu-se para liberação da amônia dentro do volume conhecido de uma solução de ácido bórico, formando borato de amônio. O borato de amônio formado foi dosado com uma solução ácida (HCl) padronizada (Figura 12).

Figura 12 - Sistema de destilação por arraste de vapor em balão de *Kjeldahl* para determinação do nitrogênio amoniacal.



3.3 Análises bioquímicas

3.3.1 Compostos fenólicos

Em tubo de ensaio, transferiu-se 0,3 mL de extrato aquoso (1 mL da cerveja centrifugada com 10mL de acetona 50 %), 0,7 mL de água destilada, 0,5 mL de reagente Folin-Ciocalteu. Após 5 minutos, adicionou-se 2,5 mL de carbonato de sódio a 20 %. Os tubos ficaram em repouso por 1 hora, na ausência de luz, para posterior leitura em espectrofotômetro a 725 nm. O ácido gálico foi utilizado como padrão (WETTASINGHE; SHAHIDI, 1999), sendo o resultado expresso em equivalente grama de ácido gálico (EAG 100mL⁻¹ de amostra).

3.3.2 Capacidade antioxidante

A capacidade antioxidante foi realizada pelo método do DPPH, o qual baseou-se na capacidade de compostos fenólicos em sequestrar o radical DPPH (1,1-difenil-2-picril-hidrazila) em solução. Uma alíquota 0,5 mL da cerveja foi adicionada a 3mL de etanol 100% e 300 µL de solução DPPH (0,5 mM em etanol). A medida da absorbância foi a 517 nm (BRAND-WILLIAMS; CUVELIER; BERSET, 1995). O resultado foi expresso em µmoles equivalentes de trolox por 100 g de amostra (TEAC 100 g⁻¹).

3.3.3 Análise sensorial

A análise sensorial foi conduzida após a aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Faculdade de Medicina – UNESP, Campus de Botucatu, protocolado sob nº 59004916.4.0000.5411.

Foram recrutados 60 provadores não selecionados e não treinados (CHAVES; SPROESSER, 1999). Entre os provadores estavam alunos do curso de graduação de Agronomia da Faculdade de Ciências Agrônômicas dos Campus da UNESP de Botucatu.

A análise foi realizada no horário de intervalo de aula dos alunos (período da manhã: 09h30min-10h00min) sob luz branca, com amostras codificadas por números de três dígitos e aleatorizadas. Para cada provador, foram servidos 30 mL da bebida refrigerada (± 4 °C) de cada tratamento, em copos transparentes de plástico (ABNT, 1998; BRASIL, 2008).

A cerveja *Pilsen* foi avaliada sensorialmente por meio de teste de escala hedônica estruturada de nove pontos, ancorada pelas notas de 1 (desgostei muitíssimo) a nota 9 (gostei muitíssimo) (BEHRENS, 2011). Foram avaliados os seguintes atributos: aparência, aroma, sabor e avaliação geral.

3.3.4 Análise estatística

Os resultados das análises físico-químicas foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias, comparadas pelo teste Tukey com significância de 5 % de probabilidade.

A análise estatística descritiva foi designada para os dados dos resultados da avaliação sensorial, considerando notas de 1 a 5 como baixa aceitabilidade e notas entre 6 e 9 como alta aceitabilidade, sendo todo o processo dividido em duas etapas: a primeira, mais geral, considerando todos os avaliadores, e a segunda, separando entre avaliadores masculinos e femininos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização físico-químicas da cerveja frutada

Os resultados da análise físico-química da cerveja artesanal tipo *Pilsen* frutada pela adição de polpa de maracujá *in natura* foram apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Análise físico-química da cerveja *Pilsen* frutada

Parâmetros	Controle	100 %	50 %	25 %
pH	4,3 a	3,5 c	3,8 b	3,9 b
Acidez. T (% m/v)	0,2 a	0,3 a	0,3 a	0,2 a
T. Alcoólico (% m/m)	4,5 a	4,0 a	4,2 a	4,3 a
°Brix	4,9 a	3,4 d	3,9 c	4,4 b
Ratio	0,11 ab	0,08 c	0,09 bc	0,12 a

O pH determinado no produto final está relacionado ao processo produtivo da cerveja artesanal, com destaques ao processo de mosturação e à composição química do produto sendo que a faixa ótima de pH para cada ação enzimática das cervejas de baixa fermentação está entre 3,8 a 4,7 (KUNZE, 2006). Tanto a cerveja *Pilsen* tradicional (T1), quanto as em que receberam diferentes porcentagens de polpa de maracujá (T2, T3 e T4), apresentaram valores dentro desses limites. Contudo, no presente estudo, encontrou-se uma variação no pH entre 4,3 em T1 e 3,5 em T2. As cervejas referentes aos tratamentos T2, T3 e T4 tiveram pH mais ácido em relação ao encontrado na cerveja T1, em função da adição da polpa de maracujá que favoreceu a queda do pH do produto final.

Estudo realizado por Ferreira et al. (2013) não demonstrou diferença no pH para cerveja artesanal na qual foi adicionada variadas porcentagens de gengibre; no entanto, Pinto *et al.*, (2015), ao desenvolver cerveja artesanal com uma mistura de polpas contendo acerola e abacaxi, verificou que o pH diferiu quando adicionadas diferentes proporções da mistura. Dessa forma, considera-se que a adição de polpas de frutas consideradas ácidas à cerveja leva ao rebaixamento do pH. Os respectivos

trabalhos citados apresentaram faixa de pH semelhante aos resultados obtidos no presente estudo e corroboram com os resultados de Araujo, Silva e Minim (2003) os quais consideram a cerveja um produto levemente ácido.

A acidez da bebida também é oriunda do ácido carbônico formado durante o processo de fermentação; entretanto, existem outros ácidos presentes na bebida que pertencem à composição do mosto e suas concentrações variam em função da matéria-prima e das condições de maltagem (SLEIMAN; VENTURINI FILHO, 2004).

Para o teor alcoólico, os tratamentos não diferiram entre si e os valores encontrados estiveram na faixa de 4,2 em T4 e 4,5 em T1. O trabalho de Pinto (2016) demonstrou que os tratamentos com a menor incorporação de adjuntos obtiveram o maior teor alcoólico, possivelmente pela adição da polpa após a fermentação primária. Entretanto, resultados apresentados por Trindade (2016) não tiveram significância para o teor alcoólico entre as diferentes concentrações de polpa de amora adicionadas a cerveja artesanal. Segundo Brunelli (2012) cervejas desenvolvidas com adjuntos ricos em açúcares fermentescíveis tende a desencadear um aumento no teor alcoólico em função do acréscimo de açúcares oriundos do adjunto. No entanto, os resultados obtidos no presente estudo podem ser atribuídos à padronização do mosto através da correção do °Brix do extrato primitivo calculado em função das diferentes diluições da polpa de maracujá adicionada a cerveja.

A cerveja elaborada sem a adição da polpa de maracujá (T1) apresentou o maior teor de sólidos solúveis (°Brix): 4,9; enquanto a cerveja que recebeu a polpa de maracujá concentrada (T2), o menor. Esses resultados podem ser relacionados ao baixo teor de carboidratos do maracujá, pelo efeito diluente da água presente na polpa do fruto, identificado pelo alto teor de umidade (BRASIL, 2011; DIAS et al., 2011) e pela menor quantidade de sacarose invertida adicionada à cerveja à qual foi adicionada a polpa concentrada. Resultado semelhante também foi verificado por Trindade (2016) em cerveja artesanal elaborada com diferentes porcentagens de polpa de amora.

Para os teores de umidade (Tabela 7), a adição da polpa maracujá influenciou somente o T2 que diferiu do controle T1 e para o teor de cinzas não houve variação entre os tratamentos. A maior porcentagem dos carboidratos do maracujá é fermentescível, compostos basicamente de glucose, frutose e sacarose (ZERAİK et

al., 2010) que também serão convertidos em etanol durante a refermentação. Esses compostos, por serem voláteis, serão considerados como parte da umidade da cerveja (BRUNELLI, 2012).

Tabela 7 - Análise centesimal da cerveja *Pilsen* frutada

Parâmetros	Controle	100 %	50 %	25 %
Umidade (%)	95,6 a	92,8 b	94,5 a	94,0 a
Cinzas (g)	0,1 a	0,1 a	0,1 a	0,1 a
Proteína (%)	0,22 c	0,68 a	0,47 b	0,43 b

O teor de proteína das cervejas também foi influenciado pela adição das diferentes proporções de polpa de maracujá, sendo que a cerveja T2, com 0,68 %, teve o maior teor médio de proteína (Tabela 7) e a cerveja elaborada sem a adição da polpa apresentou o menor, sendo encontrado um valor de 0,22 %. Embora o conteúdo proteico em frutas, em geral, seja baixo, pelo teor de proteína bruta presente na polpa de maracujá amarelo, em torno de 2,2 g (FRANCO, 2008), a presença de substâncias nitrogenadas contribuiu com os processos fermentativos a medida que foram fonte nutricional para multiplicação das leveduras. De maneira que alguns aminoácidos específicos auxiliaram na formação de compostos voláteis (TRINDADE, 2016). Os aminoácidos aspartato, asparagina e glutamato, por exemplo, estão presentes nas rotas metabólicas de álcoois superiores e ésteres (PEREIRA, 2007).

4.2 Determinação da atividade antioxidante e compostos fenólicos da cerveja artesanal frutada.

Os resultados da capacidade antioxidante da cerveja frutada variaram entre 17,1 em T1 e 23,2 em T2 e dos compostos fenólicos, entre 0,75 em T1 e 1, 2 em T2 (Tabela 8).

Tabela 8 - Capacidade antioxidante e compostos fenólicos presentes na cereja tipo *Pilsen* artesanal frutada

Parâmetros	Controle	100 %	50 %	25 %
DPPH (EAG 100 mL ⁻¹)	17,0416 c	23,1879 a	20,8109 b	19,2250 b
Fenóis (TEAC 100 g ⁻¹)	0,7491 d	1,1379 a	1,0070 b	0,8813 c

Com isso, a adição da polpa concentrada de maracujá promoveu o incremento na capacidade antioxidante da bebida, em função do aumento dos compostos fenólicos totais presentes na mesma. O maracujá possui em sua composição fontes de compostos fenólicos, assim como uma grande diversidade frutas e vegetais. Malacrida e Jorge (2012) demonstraram que o maracujá amarelo apresenta um alto teor de compostos fenólicos, constituindo uma boa fonte de antioxidantes. Esses compostos fenólicos com ação antioxidante atuam em diversas vias do metabolismo: inibindo radicais livres, agindo como agente pro-oxidante em metais e interferindo no aumento ou na redução da atividade de enzimas.

Matsubara *et al.* (2016) e Trindade (2016), ao introduzirem adjuntos como o extrato puro de gengibre e polpa de amora em cerveja artesanal, assim como no presente estudo, identificaram incremento tanto na capacidade antioxidante quanto no aumento dos compostos fenólicos. Contudo, esse comportamento foi identificado somente nos tratamentos aos quais foram introduzidos a maior porcentagem dos referidos adjuntos que, segundo os autores, também apresentaram alto potencial funcional.

Em relação aos benefícios à saúde pelo consumo da cerveja, estes são atribuídos pela presença de agentes antioxidantes que reagem com os radicais livres no organismo e contribuem para que estes radicais não reajam com o DNA, RNA, proteínas ou quaisquer outras substâncias oxidáveis, podendo evitar o aparecimento de doenças degenerativas ou até mesmo o envelhecimento (MACIEL *et al.*, 2013). Estes compostos neutralizam, sequestram radicais livres ou atuam como agentes quelantes de metais de transição sendo essa característica relacionada ao poder redutor do grupamento hidroxila (PEREIRA *et al.*; MACIEL *et al.*, 2013).

Dentre os compostos fenólicos presentes na cerveja, os flavonoides são os mais efetivos na saúde humana com destaque as ações antioxidantes, antiplaquetária e anti-inflamatória (PEREIRA et al, 2009).

O etanol, substância majoritária na composição da cerveja, também pode apresentar benefícios à saúde se ingerido com moderação, podendo interferir no metabolismo de HDL – bom colesterol – e na fibrinoloses, participando na absorção de compostos fenólicos (FREITAS et al., 2006).

4.3 Análise sensorial

Os resultados da análise sensorial (Tabela 9) indicam, sem diferenciação de gênero, que a cerveja controle (T1) recebeu notas superiores em relação aos demais tratamentos (T2, T3 e T4) nos quesitos avaliação geral da bebida, aroma e aparência. No entanto, a maior preferência pelos provadores no quesito sabor foi a cerveja T3, porém, a mesma recebeu as menores notas na avaliação geral da bebida, no aroma e na aparência.

No presente trabalho optou-se por adicionar a polpa no momento da refermentação, conforme item (3.1.1).

Tabela 9 - Média das notas atribuídas pelos avaliadores para atributos sensoriais da cerveja artesanal frutada sem a diferenciação entre gêneros

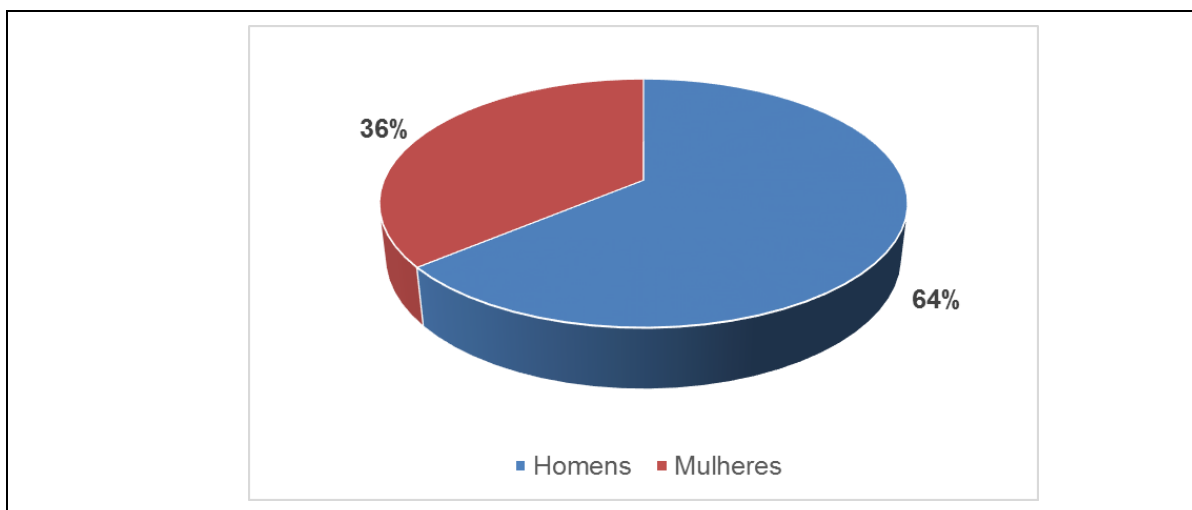
Tratamentos	Avaliação Geral	Sabor	Aroma	Aparência
Controle	7,0	6,6	6,5	7,1
100%	6,7	6,6	7,5	6,8
50%	6,6	6,6	6,9	6,6
25%	6,7	6,5	6,1	7,2

Essas notas atribuídas pelos provadores demonstraram que as diferentes porcentagens de polpa adicionadas à formulação da cerveja artesanal foram aceitas pelos provadores, visto que a média ficou entre 6 (gostei ligeiramente) e 7 (gostei regularmente).

Rossoni, Knapp e Bayne (2016) elaboraram formulações de cerveja adicionando duas concentrações de polpa de maracujá (1 % e 2 %) e, ao avaliar sensorialmente, obtiveram médias variando entre 8 e 7 para os mesmos quesitos avaliados. Segundo Pinto (2015) e Trindade (2016), os adjuntos oriundos de frutos adicionados a formulação de cerveja artesanal provavelmente levariam o consumidor a uma intenção de compra. Outra possível razão para a aceitabilidade dos provadores é o fato de o padrão de memória sensorial ser atribuído às cervejas industriais do tipo *Pilsen*.

Sobre o gênero dos provadores, a maioria homens (64 %) tiveram maior interesse em participar dos testes (Figura 13).

Figura 13 - Distribuição de gênero entre os avaliadores



Pela análise descritiva dos resultados provindos dos testes sensoriais observou-se que a adição da maior porcentagem de polpa de maracujá (T2), para os quesitos avaliação geral e sabor, receberam as maiores notas pelos provadores do gênero masculino sugerindo uma maior preferência das cervejas ácidas complementadas pela acidez do adjunto (polpa de maracujá). Essa preferência já não foi constatada no público feminino, o qual atribuiu as maiores notas à cerveja controle (T1) para avaliação geral e à T3 para o sabor (Tabela 10).

Tabela 10 - Média das notas atribuídas pelos avaliadores para atributos sensoriais da cerveja artesanal frutada com a diferenciação entre gêneros

Tratamentos	Gênero	Avaliação Geral	Sabor	Aroma	Aparência
Controle	Feminino	7,1	6,4	6,1	7,2
	Masculino	6,9	6,6	6,7	7,1
100 %	Feminino	6,5	6,2	7	6,6
	Masculino	7,0	6,8	7,5	7,0
50 %	Feminino	6,8	6,7	6,3	6,6
	Masculino	6,5	6,5	6,5	6,5
25 %	Feminino	6,3	6,0	6,2	7,4
	Masculino	6,9	6,5	6,9	6,9

Os provadores do sexo masculino demonstraram maior aceitação pela cerveja com a polpa de maracujá concentrada (T2) na qual o sabor (*flavor*) e aroma tinham maior intensidade, em função dos compostos voláteis característicos na composição do maracujá.

Dessa maneira, a adição da polpa de maracujá interferiu no sabor da bebida, o que foi percebido tanto pelos provadores do sexo feminino quanto masculino. Entretanto, os provadores do gênero feminino elencaram com melhor sabor a cerveja adicionada polpa de maracujá diluída a 50 % (T3). Considerando que o sabor seja uma interação sensorial entre gosto e aroma (BRUNELLI, 2012), pelo presente estudo foi observado que não houve uma harmonização entre esses atributos sensoriais pois, quando adicionado a polpa concentrada (T2), no quesito sabor, esta recebeu as menores notas e para o quesito aroma as maiores.

Com relação ao odor frutado, as maiores notas atribuídas pelos provadores do sexo feminino e masculino foram à cerveja T2. Conforme observou Silva (2004), pela avaliação sensorial de cerveja obtida a partir de mostos com elevadas concentrações de açúcares, a presença do odor frutado da bebida foi um dos atrativos para os provadores. Já os trabalhos de Brunelli (2012), Flores e Watanabe (2014), Pinto *et al.* (2015) e Trindade (2016) , e, explorando o uso de adjuntos na elaboração de cerveja,

mostram uma tendência a preferência dos consumidores por bebidas acrescidas de frutas, chocolate, castanha e mel.

O equilíbrio entre os compostos da cerveja é essencial para sua qualidade e condiz com seus aspectos sensoriais, assim, podendo ou não ser aceita pelo consumidor quanto as suas características lábeis. O complexo de compostos presente nas diversas formulações de cerveja proporciona o moderado sabor e aroma sendo que essa composição está diretamente relacionada à qualidade e responsável pelas características organolépticas da bebida (MACIEL et al, 2013).

5 CONCLUSÃO

- Tratamentos com maior percentual de polpa de maracujá (T2) apresentaram menores teores de açúcares e maior teor de compostos fenólicos. Desta forma, apresentaram maior capacidade antioxidante;
- A adição de polpa de maracujá (T2, T3 e T4) não alterou significativamente a aceitação da bebida quando comparado à cerveja *Pilsen* tradicional.
- Avaliadores do sexo masculino preferiram uma cerveja com maior concentração de polpa (T2), em função do sabor e aroma da bebida para este tratamento.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14141: Escalas utilizadas em análise sensorial de alimentos e bebidas**, 1998.

ABRABE. **Associação Brasileira de Bebidas**. Disponível em: <<http://www.abrabe.org.br/>>. Acesso em: 5 fev. 2017.

ALMEIDA, E.; SILVA, J. B. Cerveja. In: VENTURINI FILHO, W. G. (Ed.). . **Tecnologia de bebidas: matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, legislação e mercado**. 1. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. v. 1p. 347–382.

AQUARONE, E. et al. **Biotecnologia industrial: biotecnologia na produção de alimentos**. São Paulo: Blucher, 2001.

ARAUJO, F. B.; SILVA, P. H.; MINIM, V. P. R. Sensorial and physicochemical evaluation of beers deriving from two segments of Brazilian market. **Food Science and Technology**, v. 23, n. 2, p. 121–128, 2003.

BEHRENS, J. Análise sensorial de bebidas. In: VENTURINI FILHO, W. G. (Ed.). . **Indústria de Bebidas: Inovação, Gestão e Produção**. São Paulo: Blucher, 2011. p. 183–213.

BOULTON, C.; QUAIN, D. **Brewing Yeast and Fermentation**. Hoboken: Wiley, 2008.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25–30, 1995.

BRASIL. **Métodos Físico-químicos para Análise de Alimentos**. 1. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

BRASIL. DECRETO Nº 6.871, DE 4 DE JUNHO DE 2009. p. 20, 6 maio 2009.

BRASIL. **Tabela brasileira de composição de alimentos - TACO**. 4. ed. Campinas: NEPA - UNICAMP, 2011.

BRUNELLI, L. T. **Produção de cerveja com mel: características físico-químicas, energética e sensorial**. Dissertação(mestrado)—Botucatu: Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, 2012.

BRUNINI, M. A.; DURIGAN, J. F.; OLIVEIRA, A. L. DE. Avaliação das alterações em polpa de manga “Tommy-Atkins” congeladas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 651–653, dez. 2002.

CAMPOS, V. B. et al. Caracterização Física e Química de Frutos de Maracujá-amarelo Comercializados em Macapá, Amapá. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 15, n. 1, p. 27–33, 30 mar. 2013.

CARVALHO, L. G. **Produção de Cerveja**. Rio de Janeiro: Serviço Brasileiro de respostas técnicas, 27 mar. 2007. Disponível em: <<http://www.sbrt.ibict.br/dossie-tecnico/downloadsDT/NTc=>>. Acesso em: 12 fev. 2017

CEREDA, M. P. Cervejas. In: AQUARONE, E.; LIMA, U. A.; BORZANI, W. (Eds.). . **Alimentos e bebidas produzidos por fermentação**; São Paulo: Edgard Blücher, 1983. p. 3–78.

CERVBRASIL. **Anuário 2016**. Disponível em: <http://cervbrasil.org.br/arquivos/anuario2016/161130_CervBrasil-Anuario2016_WEB.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2017.

CHAVES, J. B. P.; SPROESSER, R. L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Viçosa: UFV, 1999.

CÓRDOVA, K. R. V. et al. Características Físico-químicas da Casca do Maracujá Amarelo (*Passiflora edulis Flavicarpa Degener*) obtida por secagem. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 23, n. 2, 2005.

COUTINHO, C. A. T. **Cervesia - A história da cerveja no Brasil | Cervesia**. Disponível em: <<https://www.cervesia.com.br/historia-da-cerveja/72-a-historia-da-cerveja-no-brasil.html>>. Acesso em: 13 set. 2015.

D'AVILA, R. et al. Adjuntos utilizados para produção de cerveja: características e aplicações. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 8, n. 2, p. 60–68, 31 dez. 2012.

DIAS, M. V. et al. Estudo de variáveis de processamento para produção de doce em massa da casca do maracujá (*Passiflora edulis f. flavicarpa*). **Food Science and Technology (Campinas)**, v. 31, n. 1, p. 65–71, mar. 2011.

DRAGONE, G.; ALMEIDA E SILVA, J. B. Cerveja. In: VENTURINI FILHO, W. G. (Ed.). . **Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 2010. p. 12–50.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. Sao Paulo: Atheneu, 2001.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, T. V. **Maracujá: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: EMBRAPA, 2016.

FAGRELL, B. et al. The effects of light to moderate drinking on cardiovascular diseases. **Journal of Internal Medicine**, v. 246, n. 4, p. 331–340, out. 1999.

FERREIRA, V. S. et al. **Produção de cerveja artesanal**. In: Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais. 8, 2013, Ponta Grossa, PR. Anais... Disponível em:<http://www.aeapg.org.br/8eetcg/anais/60122_vf1.pdf>.

FLORES, R. G.; WATANABE, S. H. Desenvolvimento de cerveja estilo witbier através do processo semi-industrial, controle de qualidade e análise sensorial. **R.E.V.I - Revista de Estudos Vale do Iguaçu**, v. 1, n. 23, p. 27–48, 2014.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. São Paulo (SP): Atheneu, 2008.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B. DA; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações**. São Paulo (SP): Nobel, 2008.

HEIM, K. E.; TAGLIAFERRO, A. R.; BOBILYA, D. J. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 13, n. 10, p. 572–584, 1 out. 2002.

HORNSEY, I. S. **Brewing**. 1. ed. Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 1999.

IBGE. **Pesquisa industrial 2014- produto**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de geografia e estatística, 2016. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/1719/pia_2014_v33_n2_produto.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2017.

IBGE. **Produção agrícola municipal 2013-**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de geografia e estatística, 2016. Disponível em: <[http://ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo/lspa_201704.pdf](http://ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201704.pdf)>. Acesso em: 2 jan. 2017.

INNOVARE. **O consumo de cerveja no brasil - Innovare Pesquisa**, 29 jul. 2016. Disponível em: <<http://www.innovarepesquisa.com.br/blog/o-consumo-de-cerveja-brasil/>>. Acesso em: 12 fev. 2017

ITAL. **Maracujá cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. Campinas: ITAL, 1994.

KOBORI, C. N.; JORGE, N. Caracterização dos óleos de algumas sementes de frutas como aproveitamento de resíduos industriais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 5, p. 1008–1014, out. 2005.

KUNZE, W. La cerveza terminada. In: KUNZE, W. (Ed.). . **Tecnología para cerveceros y malteros**. Berlín: VLB Berlin, 2006. p. 826–885.

LIMA, N.; MOTA, M. **Biotecnologia: fundamentos e aplicações**. Lisboa: Lidel, 2003. v. 1

MALACRIDA, C. R.; JORGE, N. Yellow passion fruit seed oil (*Passiflora edulis f. flavicarpa*): physical and chemical characteristics. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 55, n. 1, p. 127–134, fev. 2012.

MARTINS, S. M. **Como Fabricar Cerveja**. 2. ed. São Paulo: Icone, 1991.

MARTINS, V. M. R.; RODRIGUES, M. A. Produção e tecnologia de cereais: processo de maltagem da cevada. In: RODRIGUES, M. Â.; MORAIS, J. S.; CASTRO, J. P. . (Eds.). . **Jornadas de lúpulo e cerveja: novas oportunidades de negócio**. Bragança Paulista: Instituto Politécnico de Bragança, 2015. p. 37–51.

MATSUBARA, A. K. et al. Desenvolvimento de Cerveja Artesanal de Trigo Adicionada de Gengibre (*Zingiber officinale roscoe*). In: **Tópicos em Ciência e Tecnologia de Alimentos**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2016. v. 2.

MACIEL, D. C.; ELÓI, L. M. H.; JORDÃO, C. DE O. Compostos Fenólicos em Diferentes Marcas de Cerveja: Comparação qualitativa de diferentes marcas e sua relação com a saúde humana. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, v. 16, n. 1, p. 41–52, 10 jun. 2013.

MORATO, R. **Larousse da Cerveja**. 1. ed. São Paulo: Lafonte, 2009.

OETTERER, M.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. Barueri: Manole, 2006.

OLIVER, G. **Mesa do Mestre-Cervejeiro**. 1. ed. São Paulo: SENAC, 2012. v. 1

PEREIRA, A. F. **Suplementação de nitrogênio sobre a fermentação alcoólica para produção de cachaça, cerveja e vinho**. Dissertação(mestrado)—Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2007.

PEREIRA, A.L.F.; VIDAL, T.F.; CONSTANT, P.B.L. Antioxidantes alimentares: importância química e biológica. **Nutrire: rev. Soc. Bras. Alimento e Nutrição = Journal Brazilian Soc. Food Nutr.**, São Paulo, SP, v. 34, n.3, p. 231-247, dez. 2009. Disponível em: <http://www.vinovit.com.br/public/biblioteca-virtual/semente-de-uva/antioxidantesalimentaresimportancia-quimica-e-biologica.pdf>. Acesso em: 05 maio. 2016.

PINTO, L. I. F. et al. Desenvolvimento de Cerveja Artesanal com Acerola (*Malpighia emarginata* DC) e Abacaxi (*Ananas comosus* L. Merril). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 3, p. 67, 30 dez. 2015.

PRASAD, M. P. In-vitro evaluation of antioxidant properties of fermented fruit beer samples. **International Journal of Science and Research**, v. 3, n. 11, p. 1545–1550, 2014.

PREEDY, V. R. **Beer in health and disease prevention**. Amsterdam; Boston: Elsevier/Academic Press, 2010.

REBELLO, F. D. F. P. Produção de cerveja. **Revista Agrogeoambiental**, v. 1, n. 3, 1 dez. 2009.

REECK, C. B. et al. **Determinação e avaliação dos parâmetros cinéticos na fermentação da cerveja aromatizada**. 1. ed. Curitiba: Universidade Positivo, 2010.

RIO, R. **Desenvolvimento de uma cerveja formulada com gengibre (*Zingiber officinalis*) e hortelã do Brasil (*Mentha arvensis*): avaliação de seus compostos bioativos e comparação com dois estilos de cerveja existentes no mercado**. Dissertação(mestrado)—Rio de Janeiro: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, 2013.

ROSSONI, M. A.; KNAPP, M. A.; BAYNE, E. M. **Processamento e análise sensorial de cerveja artesanal do estilo “witbier” com adição de polpa de maracujá**. Congresso apresentado em XXV Congresso Brasileiro de Ciencia e Tecnologia dos Alimentos. Gramado, 2016.

- RUGGIERO, C. **Cultura do maracujazeiro**. Ribeirão Preto: Legis Summa, 1987.
- SANTOS, M. S.; RIBEIRO, F. M. **Cervejas e refrigerantes**. 99. ed. São paulo: CETESB, 2005.
- SILVA, J. A. **Topicos da tecnologia dos alimentos**. São Paulo: Varela, 2004.
- SLEIMAN, M.; VENTURINI FILHO, W. G. Utilização de extratos de malte na fabricação de cerveja: avaliação físico-química e sensorial. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 7, n. 2, p. 145–153, 2004.
- SOARES, N. Tempo de mudança. **Engarrafador Moderno**, n. 205, p. 14–22, 2011.
- SOBRAL, L. **Os países que mais bebem e produzem cerveja**. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/economia/os-paises-que-mais-bebem-e-produzem-cerveja/>>. Acesso em: 9 out. 2017.
- SPITAEELS, F. et al. The Microbial Diversity of Traditional Spontaneously Fermented Lambic Beer. **PLOS ONE**, v. 9, n. 4, p. e95384, 18 abr. 2014.
- TRINDADE, S. C. **Incorporação de amora na elaboração de cerveja artesanal**. Dissertação(mestrado)—Cascavel: Universidade Federal de Santa Maria, 2016.
- TSCHOPE, E. C. **Microcervejarias e cervejarias: a história, a arte e a tecnologia**. São Paulo: Aden Editora, 2001.
- TUPINAMBÁ, D. D. **Caracterização físico-química e funcional de polpas de híbridos comerciais de *Passiflora Edulis F. Flavicarpa Deg* da safra outubro / 2007 sob diferentes condições de armazenamento**. Simpósio apresentado em .IX Simpósio Nacional do Cerrado - II Simpósio Internacional Savanas Tropicais. Brasília, 2008.
- VENTURINI FILHO, W. A.; CEREDA, M. P. Cerveja. In: AQUARONE, E. et al. (Eds.). **. Biotecnologia Industrial - Biotecnologia na produção de Alimentos**. 4. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. p. 91–143.
- VERAS, M. C. M.; PINTO, A. C. D. Q.; MENESES, J. B. D. Influência da época de produção e dos estádios de maturação nos maracujás doce e ácido nas condições de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 5, p. 959–966, maio 2000.
- VIOTTI, E. O Mundo da Cerveja - A Cerveja Lager. **Folha do Estado de São Paulo**, 2012.
- WETTASINGHE, M.; SHAHIDI, F. Evening Primrose Meal: a source of natural antioxidants and scavenger of hydrogen peroxide and oxygen-derived free radicals. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 47, n. 5, p. 1801–1812, 1 maio 1999.
- ZERAIK, M. L. et al. Passion fruit: a functional food? **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, n. 3, p. 459–471, jul. 2010.