

## Cerveja artesanal de alta fermentação adicionada de hibisco (*Hibiscus sabdariffa*)

Samara Jéssica Barbosa  
Vinicius Falci

Paulo Vinicius Carvalho Barbeta  
Caroline Maria Calliari

### 1 Introdução

Cerveja é a bebida obtida por meio da fermentação alcoólica de mosto de cereal malteado, geralmente malte de cevada, sendo facultativa a adição de outra matéria-prima fonte de carboidratos, como milho, arroz ou trigo (SIQUEIRA, 2007). Esta bebida começou a ser produzida há mais de 5 mil anos por egípcios e sumérios, povos responsáveis por criar as mais antigas receitas conhecidas na época (LANGE; FORTY, 1999). No Brasil, o hábito de tomar cerveja foi trazido por D. João VI, durante a colonização pela família real portuguesa. A cerveja consumida nessa época era importada da Europa e somente em 1888 foi fundada na cidade do Rio de Janeiro a “Manufatura de Cerveja Brahma Villigier e Cia” e, posteriormente, na cidade de São Paulo, a “Companhia Antártica Paulista” (VENTURINI, 2005).

Atualmente, uma ampla variedade de cervejas são produzidas e podem ser classificadas de acordo com o grau de fermentação. As cervejas do tipo Lager possuem um processo lento de fabricação, de baixa fermentação. Dentre elas estão a Pilsen, Dortmunder, Viena, Munique e a Bock, as mais comumente encontradas no Brasil (OETTERER, 2004). Por outro lado, as do tipo Ale, dentre as quais se destacam a Porter e a Stout, são fabricadas por meio de fermentação superficial ou “alta”, com sabor pronunciado de lúpulo, ligeiramente ácidas, e seu teor alcoólico varia de 4% a 8% (v/v). O processo de fermentação ocorre entre a temperatura de 20 °C e 25 °C, com duração de 2 a 5 dias e o armazenamento entre 4,5 °C e 8 °C (SIQUEIRA, 2007).

Novas técnicas, assim como a utilização de diferentes matérias-primas, têm sido desenvolvidas para a obtenção da cerveja. Entre elas, o hibisco, uma planta conhecida popularmente como rosele ou groselha no Brasil, jamaica na Espanha

e no México; cardade na Itália; karkade na Arábia; roselle na Inglaterra; e L'oiselle na França. Todas as partes da planta são utilizadas para o consumo, sendo o cálice rico em cálcio, magnésio, niacina, riboflavina, ferro e vitaminas A e C, além de possuir alto nível de componentes antioxidantes, como as antocianinas, responsáveis pelas atividades benéficas à saúde (VIZZOTTO; PEREIRA, 2008).

O objetivo dessa pesquisa foi produzir uma cerveja artesanal adicionada de hibisco e avaliar suas características físico-químicas, atividade antioxidante e aceitação sensorial.

## 2 Cerveja artesanal

Os termos “especial”, “artesanal”, “premium” e “gourmet” são utilizados para caracterizar um produto de qualidade superior. O hábito de fabricar cerveja em casa é antigo, sendo essa bebida consumida em grande escala e difundida especialmente nas regiões de colonização alemã e italiana. Em 1913, no Brasil, especificamente no Rio Grande do Sul, havia 134 cervejarias artesanais. O desaparecimento dessas microcervejarias que foram se incorporando a marcas superiores causou a substituição de combinações saborosas de cereais por cervejas Pilsen, o tipo de cerveja mais consumido atualmente pelos brasileiros (GONÇALVES, 2012).

Todavia, nos últimos anos, fabricantes de cerveja depararam com um novo perfil de consumidor de cerveja mais crítico, interessado em processos de fabricação, bebendo em menor quantidade e prezando pela qualidade do produto adquirido no mercado. A gastronomia moderna tem papel importante no consumo de cerveja artesanal, pois emprega a degustação harmonizada de pratos, proporcionando ao consumidor uma experiência gastronômica, assim como o vinho. O público apreciador de cerveja artesanal está entre pessoas de 19 a 50 anos, sendo que 31% consomem cerveja artesanal semanalmente, enquanto 43% consomem esporadicamente (GONÇALVES, 2012).

### 2.1 Legislação

A legislação brasileira (Lei n. 8.918, de 14 de julho de 1994, regulamentada pelo Decreto n. 6.871, de 4 de junho de 2009) 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. Poderá ser adicionada de suco e/ou extrato de vegetal, ou ambos, que poderão ser substituídos, total ou parcialmente, por óleo essencial, essência natural ou destilado vegetal de sua origem (BRASIL, 2009).

Parte do malte de cevada pode ser substituído por outros cereais, malteados ou não, como arroz, milho, trigo, aveia, centeio ou sorgo. No entanto para a

bebida ser denominada cerveja, deve possuir uma proporção de malte de cevada maior ou igual a 50%, em peso, sobre o extrato primitivo, como fonte de açúcares (BRASIL, 2009).

## 2.2 Cerveja

Um aspecto importante na comercialização de um alimento ou bebida é a determinação da vida útil, para a qual é necessário analisá-lo e garantir sua qualidade durante a exposição no mercado até o momento do consumo. A vida útil de uma cerveja é determinada de duas formas, dependente da estabilidade microbiológica e estabilidade sensorial. Assim, duas datas são definidas, sendo que a menor delas definirá a vida útil de comercialização do produto final (MATTOS, 2007).

A avaliação sensorial corresponde ao aroma, sabor e aparência da cerveja. Esta última característica está relacionada com a coloração, estabilidade da espuma e brilho, atributos prévios a serem avaliados pelo consumidor (SIQUEIRA, 2007).

A coloração das cervejas é variável em função dos tipos de malte utilizados, da possível adição de corante caramelo e dos parâmetros de fervura do mosto. Os principais compostos responsáveis pela coloração das cervejas são produtos das reações de Maillard e de caramelização que ocorrem durante a secagem/cura do malte e durante a fervura do mosto (MATTOS, 2007).

Os dois métodos mais utilizados para especificar a cor da cerveja é o SRM (*Standard Reference Method*) e EBC (*European Brewers Convention*), sendo que ambas consideram valor nulo para água, porém o parâmetro de cor medida pela SRM varia de 2 até valores maiores que 40, enquanto pela EBC a cerveja pode se enquadrar entre 4 até valores maiores que 100. Além disso, os valores podem ser convertidos entre as duas formas de medição por meio da fórmula  $EBC = SRM \times 1,97$  (EBC, 1987; SCHWARZ; TELEGINSKI; LACERDA, 2015).

A espuma da cerveja é formada por bolhas de gás carbônico envolvidas por proteínas de alto peso molecular e hidrofóbicas. Essas características proteicas são responsáveis por manterem as bolhas de gás carbônico desprendidas do líquido revestidas. Portanto, quanto maior a quantidade de bolhas de gás carbônico e proteína, maior a formação de espuma (ZUPPARDO, 2010).

A temperatura da cerveja é um fator determinante para o desprendimento de gás carbônico do líquido. De forma que, em temperaturas muito baixas, há dificuldade de formação de espuma. Da mesma forma, a falta de carbonatação e pouca presença de proteína provocam a ineficiente formação de espuma. Além do aspecto visual, são atribuídas à espuma as funções de isolamento térmico (isola o líquido frio do ambiente mais quente) e de barreira contra a volatilização rápida dos aromas da cerveja (MATTOS, 2007).

A turbidez das cervejas é causada pela presença de partículas em suspensão, que desviam a luz incidente. Dentre as partículas, estão as células de levedura, polissacarídeos insolúveis (amido, pentosanas) e, principalmente, precipitados tanino-proteicos (MATTOS, 2007). Além disso, o desenvolvimento de micro-organismos deteriorantes também contribui para a turvação da cerveja.

A garantia para que a cerveja não se torne turva no mercado está relacionada com a estabilização coloidal da mesma, qualidade que depende de vários procedimentos durante a produção, como escolha das matérias-primas, moagem, mosturação, clarificação do mosto, fervura, separação de trub, maturação e filtração, assim como a adição de estabilizantes coloidais (ROSA, 2008).

Outro fator que contribui para a inibição de brilho da cerveja é a floculação. A floculação é um fenômeno que ocorre na fermentação alcoólica pelas leveduras, as quais se agrupam formando conglomerados de peso muitas vezes superior ao da célula individualizada, e tendem a sedimentar-se no fermentador. A formação de flocos compromete a conversão de açúcar em etanol e CO<sub>2</sub>, pela redução da superfície de contato direto entre as células e o meio. Além disso, nas unidades que se utilizam do reaproveitamento de células, as operações de recuperação de fermento ficam prejudicadas pela presença dessas estruturas (LUDWIG; OLIVA; ANGELIS, 2001).

### 2.3 Matéria-prima

Dentre as matérias-primas encontradas na cerveja, estão: a água, o malte, o lúpulo e as leveduras. Um dos principais elementos da cerveja é a água pura, por isso os grandes centros cervejeiros se beneficiam com a qualidade e facilidade de acesso da água (LANGE; FORTY, 1999). O sucesso de algumas cervejas está diretamente ligado à salinidade da água utilizada no processamento. A água pesada, rica em sais mineiras, é ideal para o processamento de cervejas amargas, contudo para cervejas leves deve-se utilizar água leve, geralmente encontrada em regiões montanhosas (SANTOS; DINHAM, 2006).

O malte é o produto proveniente da germinação da cevada ou outros cereais, como o milho, o arroz e o trigo. O malte usado em cervejarias é obtido a partir de cevadas de variedades selecionadas. A cevada é uma planta da família das gramíneas e é nativa de climas temperados. No Brasil, é produzida em algumas partes do Rio Grande do Sul, enquanto na América do Sul, a Argentina é grande produtora (ZUPPARDO, 2010). Após a colheita, os grãos de cevada são enviados para maltarias, onde são submetidos à germinação controlada. Este processo induz os vegetais a produzirem um arsenal enzimático, dentre eles as amilases, responsáveis por reduzir o amido em açúcares fermentescíveis (MEGA, 2011).

O lúpulo (*Humulus lupulus* L.) é uma trepadeira perene originária de climas temperados. Na fabricação da cerveja, são usadas apenas as flores fêmeas. Suas resinas e óleos essenciais conferem à bebida o sabor amargo e o aroma característico. A forma mais comum de utilização do lúpulo é em pellets (pequenas pelotas de flores prensadas), pois dessa forma é possível reduzir o volume a transportar e, ao mesmo tempo, manter suas características originais (VENTURINI, 2005). No Brasil, o cultivo de lúpulo ainda se encontra em fase inicial, devido às condições climáticas, por isso grande parte do suprimento é importado da Europa e Estados Unidos. Recentemente se iniciou, no estado de Minas Gerais, a produção de uma variedade que se adaptou à região (BERBERT, 2017).

Leveduras são micro-organismos unicelulares visíveis por meio de microscópio óptico, que consomem os açúcares do malte, transformando-os em álcool e liberando dióxido de carbono. Antigamente os levedos utilizados eram aqueles disponíveis no ar, pois os cervejeiros não tinham controle sobre a fermentação do malte. Denomina-se *lambic* um método de fermentação no qual as janelas do local de trabalho são mantidas abertas para que as leveduras inoculem naturalmente o mosto cervejeiro e na sequência iniciem a fermentação (LANGE; FORTY, 1999).

## 2.4 Processamento da cerveja

O processo de fabricação de cerveja, seja ele tradicional ou não, pode ser dividido em quatro etapas: mosturação (preparo do mosto), fervura, fermentação e maturação (TSCHOPE, 2001).

### 2.4.1 Mosturação

No processo de fabricação da cerveja, a cevada é malteada, ou seja, mantida sob umidade até começar a germinar. A malteação é o processo responsável pela formação de enzimas necessárias à hidrólise dos polissacarídeos, incluindo o amido presente no grão (SIQUEIRA, 2007).

O malte de cevada é submetido à moagem e transportado para o tanque de mostura, onde é adicionada a água com a finalidade de promover alterações enzimáticas do próprio malte, que consiste na quebra dos carboidratos em açúcares que fornecem à levedura os elementos necessários para a produção de gás carbônico e álcool (TROMMER, 2013). Além disso, na mosturação ocorre a ação das enzimas proteolíticas, produzindo os aminoácidos que devem estar presentes para servirem de nutrientes às leveduras na fase de fermentação, enquanto as proteínas não degradadas também são necessárias para proporcionar boa qualidade e estabilidade à espuma da cerveja (OETTERER, 2004).

Segundo Martins (1991) e Cereda (1983), as reações enzimáticas podem ser aceleradas em função do pH e da temperatura de ação de cada enzima como ilustrado na Tabela 1 (TSCHOPE, 2001).

**Tabela 1** – Temperatura e pH de atuação das enzimas na mosturação

Enzimas	Temperatura ótima (°C)	pH ótimo	Substrato
Hemicelulases	40 a 45	4,5 a 4,7	Hemiceluloses
Exopeptidases	40 a 50	5,2 a 8,2	Proteínas
Endopeptidases	50 a 60	5	Proteínas
Dextrinase	55 a 60	5,1	Amido
Beta-amilase	60 a 65	5,6	Amido
Alfa-amilase	70 a 75	5,8	Amido

Fonte: Tschope (2001).

Ao final da mosturação, quando as enzimas já estão inativas a 75 °C, procede-se à clarificação ou filtração do mosto, por gravidade, por meio das cascas do malte que formam uma camada no fundo da dorna (OETTERER, 2004).

#### 2.4.2 Fervura

A fervura do mosto a aproximadamente 100 °C destrói a microbiota que resistiu ao processo de mosturação, inativa as enzimas e coagula as proteínas que precipitam em flocos denominados *trub* (CEREDA, 1983; SILVA, 2005). O lúpulo é adicionado nesse momento para estabilizar o mosto e dar sabor de amargor à cerveja. Em muitos casos, adiciona-se o lúpulo no início e no final da fervura (CEREDA, 1983).

Terminada a fervura, elimina-se o *trub*, por filtragem ou decantação, e resfria-se o mosto. A temperatura final vai depender do tipo de mosto: para cerveja Lager, 7 a 15 °C e para Ale, 18 a 22 °C (SILVA, 2005).

#### 2.4.3 Fermentação

De acordo com Venturini Filho e Cereda (2008), a fermentação tem início com a adição do fermento. A quantidade do fermento varia conforme o teor de extrato no mosto, aeração e temperatura de fermentação. Na maioria dos casos,

são usados 2 g de fermento por litro de mosto. O mosto de malte contém como fonte de carbono os seguintes açúcares: glicose, frutose, sacarose, maltotriose, além de dextrinas. A principal fonte de nitrogênio para síntese de proteínas e ácidos nucleicos, entre outros componentes nitrogenados, se dá pela degradação de proteínas por proteases durante a mosturação.

A fermentação ocorre normalmente em um período de três a cinco dias, entre temperaturas de 15° a 20 °C. Após a fermentação, a bebida é decantada em barris ou garrafas para a maturação, a qual pode durar de uma semana até dois anos dependendo da cerveja a ser produzida (LANGE; FORTY, 1999).

#### 2.4.4 Maturação

Terminada a fermentação primária, o resultado é uma cerveja denominada “cerveja verde” e precisa passar por outro processo fermentativo chamado de maturação ou fermentação secundária. A maturação ocorre em temperatura baixa, entre 0 e 3 °C e pode levar semanas ou até mesmo meses, dependendo do tipo de cerveja que está sendo feita e se a fermentação foi de alta ou baixa (CEREDA, 1983).

Segundo Dragone, Almeida e Silva (2010), a maturação ou fermentação secundária tem como objetivo principal estabilizar o diacetil, composto formado na fermentação primária; iniciar a clarificação da cerveja pela sedimentação de células de leveduras e proteínas; propiciar a carbonatação (quando em baixa temperatura, o gás carbônico é absorvido pela cerveja); melhorar o odor e sabor da cerveja, pela redução de diacetil, acetaldeído e ácido sulfídrico.

## 2.5 Hibisco

Conhecida também como rosela, chá-da-europa e vinagreira, o *Hibiscus sabdariffa* (Figura 1) é, dentre as espécies de hibisco, a mais comercializada. Originária da Índia, do Sudão e da Malásia, o hibisco é formado por arbustos compactos anuais ou perenes, que medem em torno de 1,8 a 3 metros de altura. Cultivada em Índia, Tailândia, Senegal, Egito, Estados Unidos e Panamá, a espécie é procurada por suas folhas, que podem ser utilizadas para o preparo de saladas frescas ou cozidas, flores, sementes e caule. Porém o segmento da planta mais visado é o cálice, devido ao seu potencial farmacêutico e alimentar (SILVA, 2012).

No México, o cálice de hibisco é popularmente utilizado no preparo de uma bebida típica conhecida como “água de Jamaica”, usada como coadjuvante no tratamento contra a obesidade. Em lugares como Índia, África e México, todas as partes acima do solo da planta são valorizadas na medicina nativa. Inúmeros estudos têm comprovado a utilização do hibisco como agente diurético, anti-

microbiano, leve laxante, sedativo, anti-hipertensor, e também é considerável a contribuição na diminuição dos níveis de lipídios totais, colesterol e triglicérides. (VIZZOTTO; PEREIRA, 2008).

De acordo com o estudo realizado por Ahmad-Raus (2011), o efeito do extrato aquoso de *H. Sabdariffa* mostrou-se efetivo na diminuição de lesão hepática em ratos. No estudo em questão, os pesquisadores propositalmente danificaram o fígado dos animais por meio de um tratamento com excesso de paracetamol. Esta atividade foi realizada para investigar se o extrato de *H. sabdariffa* seria capaz de prevenir a progressão da lesão hepática aguda induzida pelo agente de danificação.

Preparadas de diversas formas dependendo da região, todas as partes da planta são utilizadas para o consumo. Contém nas raízes alto teor de vitaminas A e B<sub>1</sub>, sais minerais e aminoácidos; nas sementes, elevada quantidade de proteína; e, no cálice, alta concentração de cálcio, magnésio, niacina, riboflavina, ferro e vitaminas A e C. Além de desenvolver ação emoliente, diurética e sedativa, possui alto nível de componentes antioxidantes, como as antocianinas delphinidina 3xilossilglucosídeo, cianidina 3xilossilglucosídeo, cianidina 3glicosídeo e a delphinidina 3glicosídeo, Assim como a hibiscetina, sabdaretina, gossipetina, quercetina, ácido ascórbico (teores mais elevados do que na laranja e na manga), ácido protocateico e taninos também são compostos encontrados, especificadamente no cálice do hibisco, e sugeridos como responsáveis pelas atividades benéficas à saúde (VIZZOTTO; PEREIRA, 2008).



**Figura 1** – *Hibiscus sabdariffa*: (a) flor e (b) cálice

Fonte: Vizzoto; Pereira, 2008

### 3 Material e métodos

Trata-se de uma pesquisa experimental que avaliou os parâmetros de produção e aceitabilidade da cerveja artesanal de hibisco. A metodologia aplicada foi

quantitativa, devido à obtenção de resultados numéricos por análises laboratoriais, e foi realizada durante o período de agosto de 2014 e junho de 2015.

Os maltes (Pilsen Nacional, Carared e Melano 80), arroz, lúpulos importados (Tradition e Cascade), levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) e os cálices de hibisco foram adquiridos em mercado local da cidade de Londrina. A água potável para produção da cerveja, assim como os reagentes utilizados para as análises físico-químicas, foi obtida no Campus. Já os reagentes para a capacidade antioxidante foram gentilmente fornecidos pelo Laboratório de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina.

A produção da cerveja e as respectivas análises físico-químicas e atividade antioxidante foram realizadas com a formulação controle (C) e contendo hibisco (H). O teste de aceitação foi conduzido somente para a cerveja com adição de hibisco. A análise sensorial foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Londrina. As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Vegetais e Bebidas do Campus e a capacidade antioxidante, no Laboratório de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina.

### 3.1 Processamento

Utilizou-se microcervejaria marca Dragon Bier (Figura 2) modelo DMB-Hobby Júnior Modelo GLP- 50, com sistema de aquecimento a gás e sistema de agitação eletromecânico acoplado de sistema de resfriamento do mosto em tubulação de cobre (*chiller* de imersão em cobre) com diâmetro interno de  $\frac{3}{4}$  de polegada.



**Figura 2** – Microcervejaria Dragon Bier

Foram desenvolvidas duas formulações semelhantes, diferindo-as somente a adição de hibisco na etapa final da fervura do mosto. O tratamento C (controle) não recebeu adição de hibisco, enquanto o tratamento H (hibisco) recebeu adição de cálice de hibisco desidratado e triturado. Para o preparo do produto, utilizou-se água potável (pH corrigido para 5,5) malte, arroz parboilizado, açúcar cristal, lúpulo e levedura (Tabela 2).

**Tabela 2** – Formulação das cervejas artesanais: controle (C) e hibisco (H)

<b>Ingrediente (unidade)</b>	<b>C</b>	<b>H</b>
Água (L)	40	40
Malte Pilsen Tradition (Kg)	7,5	7,5
Malte Carared (Kg)	1	1
Malte Melano 80 (Kg)	1	1
Levedura (g)	11,5	11,5
Hibisco (g)	–	180
Ácido Lático (ml)	6	6
Açúcar (g)	200	200
Arroz (g)	400	400
Lúpulo Tradition (g)	15	15
Lúpulo Cascade (g)	25	25

Fonte: Autoria própria.

O malte foi moído imediatamente antes de ser levado para a tina de mosturação. A moagem é realizada para expor o endosperma dos grãos em contato com a água, separando levemente a casca dos grãos.

No processo de mosturação, o malte foi adicionado na tina com água aquecida a 45 °C e o pH foi corrigido com 6 mL de ácido lático para aproximadamente 5,5. Nessa etapa foram realizadas quatro rampas de temperatura (45 °C, 63 °C, 72 °C e 78 °C).

Na primeira rampa, o mosto permaneceu sob agitação por 5 minutos, antes de ser aquecido até 52 °C, seguida de nova agitação por mais 10 minutos. Novamente o mosto foi aquecido até a rampa de 62 °C e mantido em repouso por 20 minutos. Em seguida, foi aquecido até 72 °C por 20 minutos. Após esse período, foi realizado o teste de iodo a 2% para analisar o desempenho de sacarificação do

amido. Verificou-se que a hidrólise do amido foi suficiente para que as leveduras pudessem fermentá-los, assim o mosto foi aquecido a 78 °C, mantido na tina em um tempo de um minuto e transferido para a tina de filtração.

A tina de filtração contém um fundo falso que permite a passagem apenas do líquido filtrado. Enquanto isso, 30 L de água foram aquecidos até 78 °C para a lavagem do mosto retido no fundo falso. A água de lavagem foi adicionada para melhorar o rendimento da brasagem, o mosto filtrado foi então transferido para a tina de fervura.

Na etapa de fervura, dado início à ebulição, adiciona-se o lúpulo Tradition com a finalidade de obter amargor (60 minutos para terminar a fervura). Aos 15 minutos para terminar a fervura, foi adicionado o lúpulo Cascade, seguido do hibisco (previamente desidratado em estufa de circulação de ar a 35 °C para evitar a degradação de componentes), que permaneceu por mais 5 minutos. Finalizada a fervura, o mosto foi mantido em repouso por aproximadamente 15 minutos e em seguida submetido ao *whirlpool* (força centrípeta a qual o líquido é submetido), para que os sólidos em suspensão e compostos proteicos se concentrassem no centro da tina, facilitando o processo de separação do *trub* que foi realizado de forma manual.

O produto foi resfriado com o auxílio do chiller e direcionado ao tanque de fermentação, onde permaneceu por cinco dias após a adição da levedura, a 17 °C em uma câmara fria com controle de temperatura. Realizou-se uma trasfega para outro tanque de fermentação e permaneceu por mais quatro dias a 17 °C. A trasfega é realizada para que as leveduras inativas sejam removidas do extrato. Após este período, a temperatura foi reduzida para 0 °C por mais dois dias, para inativar o restante das leveduras. Após este período foi adicionado o *primming* (açúcar solubilizado em água) com a finalidade de carbonatar a cerveja. O envase foi realizado em garrafas de vidro âmbar 1 L, onde permaneceu em repouso por mais dez dias em temperatura ambiente para completar a carbonatação (2ª fermentação).

## 3.2 Análises físico-químicas

Os procedimentos das análises físico-químicas foram realizadas conforme descrito nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008) e *European Brewery Convention* (EBC, 1987).

### 3.2.1 Teor alcoólico

Determinou-se o teor alcoólico utilizando-se de um densímetro e a tabela de conversão da densidade obtida para o mosto, antes do início da fermentação, e a

densidade obtida após completa fermentação do mosto. O resultado foi expresso em porcentagem alcoólica, calculado conforme (Equação 1) (DMB, 2009).

$$\%ABV = (DO-DF) \times 131 \quad (1)$$

Onde:

ABV – álcool por volume;

DO – densidade original do mosto após a fervura;

DF – densidade final da cerveja após fermentação.

### 3.2.2 pH

A medição de pH foi realizada utilizando-se potenciômetro portátil modelo pH Tek – 100 n° 22726.

### 3.2.3 Cor

Para determinação da cor, coletou-se 10 mL de cerveja a 20 °C, descarbonatada, e transferiu-se para uma cubeta de vidro. A leitura em espectrofotômetro, modelo PerkinElmer Lambda 25 UV/VIS, foi realizada utilizando-se comprimento de onda 430 nm e zerando o aparelho com água destilada. A cor foi calculada utilizando a Equação 2, de acordo com o método European Brewery Convention (1987), e o resultado expresso respectivamente em EBC.

$$\text{Cor (EBC)} = A \times 25 \quad (2)$$

Onde:

A= Absorbância da amostra a 430nm;

25= fator de conversão.

### 3.2.4 Atividade antioxidante

Para determinação da atividade antioxidante, dilui-se a solução do radical de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) 100 µM (3,9 ml) em metanol a 80%, de forma a apresentar absorbância em 517 nm entre 0,6 e 0,7. Adicionou-se 0,1 mL da amostra ou padrão, homogeneizou-se cuidadosamente e manteve-se em local escuro, à temperatura ambiente por 30 minutos. A medida da absorbância foi realizada no comprimento de onda de 517 nm do radical, antes de adicionar a

amostra (A0) e depois de adicionada a amostra a 30 e 60 minutos de reação (Af). A concentração de DPPH no meio foi calculada conforme a curva de calibração obtida por regressão linear. Os resultados foram expressos como capacidade antioxidante equivalente ao Trolox (TEAC – *trolox equivalent antioxidant capacity*), em micromol TEAC/L de amostra (BLOIS, 1958).

### 3.3 Análise sensorial

Para a análise sensorial, foi aplicado o teste de aceitação com 80 provadores não treinados, compostos por alunos e servidores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Londrina. Primeiramente, os provadores receberam o termo de consentimento livre e esclarecido. Um questionário referente aos dados sociográficos dos provadores e seus hábitos de consumo de cerveja e de hibisco foi aplicado concomitantemente ao teste.

As amostras foram servidas entre 8 e 12 °C em copos de polimetilmetacrilato (PMMA) com capacidade para 50 mL, codificados com números aleatórios de três dígitos. Cada provador avaliou a amostra quanto à aceitação da espuma, cor, turvação, aroma, sabor, amargor e aceitação global, utilizando escala hedônica híbrida de dez pontos, sendo os resultados obtidos pela média das notas atribuídas (VILLANUEVA; PETENATE; DA SILVA, 2005). Calculou-se também o índice de aceitação da cerveja contendo hibisco, utilizando-se a Equação 3.

$$IA = \frac{A \times 100}{B} \quad (3)$$

Onde:

A = nota média obtida para o produto;

B = nota máxima da escala utilizada para avaliar o produto

## 4 Resultados

Na Figura 3, observa-se o aspecto das formulações: controle (a) e hibisco (b), ambas com aspecto visual alaranjado próximo à coloração âmbar, sendo a cerveja adicionada de hibisco levemente mais avermelhada.



**Figura 3** – Cerveja artesanal controle (a) e contendo hibisco (b)

Fonte: Autoria própria

Na Tabela 3 estão os parâmetros físico-químicos analisados para as cervejas artesanais controle e com hibisco.

**Tabela 3** – Parâmetros físico-químicos da cerveja artesanal controle (C) e com hibisco (H)

Parâmetro	C	H
Teor alcoólico (% ABV)	4,72	4,27
pH	3,5	3,9
Cor (EBC)	30,6	52,9
Atividade anti-oxidante ( $\mu\text{mol TEAC.L}^{-1}$ )	6020	6049

Fonte: Autoria própria.

Segundo Strong (2015), as cervejas são classificadas de acordo com o teor alcoólico, cor, condição de fermentação, sabor dominante e, ainda, dependendo da região de origem, *Style Family* e época em que foi desenvolvida. Conforme essas classificações, é definido o estilo da cerveja.

Quando se refere ao teor alcoólico, a cerveja pode ser caracterizada em quatro diferentes tipos: sessão-forte (*session-strength*), quando a porcentagem alcoólica (ABV) for menor que 4%, padrão-forte (*standard-strength*), quando estiver entre 4 e 6% ABV, altamente forte (*high-strength*), quando entre 6 e 9% ABV ou altamente muito forte (*very-high-strength*), quando maior que 9% ABV (STRONG, 2015). Portanto, observando os resultados da tabela 3, pode-se afirmar que tanto a formulação C (4,72%) como a H (4,27%) são padrão-forte quanto ao teor alcoólico.

Rose D'hibiscus é uma cerveja canadense, fabricada desde 2006, com malte de trigo e adição de hibisco em processo similar ao utilizado neste trabalho. Essa cerveja comercial apresenta teor alcoólico de 5,9% (DIEU, 2015). Por outro lado, as cervejas nacionais contendo hibisco se assemelham mais à obtida nesta pesquisa: a mineira Grimor nº 21 (GRIMOR, 2015) e a paulistana Beija-flor (classificada como witbier) tem teor alcoólico de 4,5% (CERVEJARIA NACIONAL, 2015).

Referente à coloração, Strong (2015) define três categorias: cor pálida (*pale-color*) quando a cerveja tem cor de palha a ouro, cor âmbar (*amber-color*) variando de âmbar a cobre-marrom e cor escura (*dark-color*) quando está entre o marrom-escuro e preto.

Segundo Schwarz, Teleginski e Lacerda (2015), independentemente do método escolhido para padronizar a cor, tanto o EBC (*European Brewers Convention*) como o SRM (*Standard Reference Method*), não identificam exatamente a cor da cerveja mas identificam a intensidade da cor. Dessa forma, considerando os resultados obtidos em EBC e convertidos em SRM para coloração nesta pesquisa, de acordo com as Diretrizes de Estilo para cerveja do Beer Judge Certification Program (2008), pode-se afirmar que a C-controle é uma cerveja de coloração cobre e a H-hibisco, uma cerveja de coloração castanho escuro.

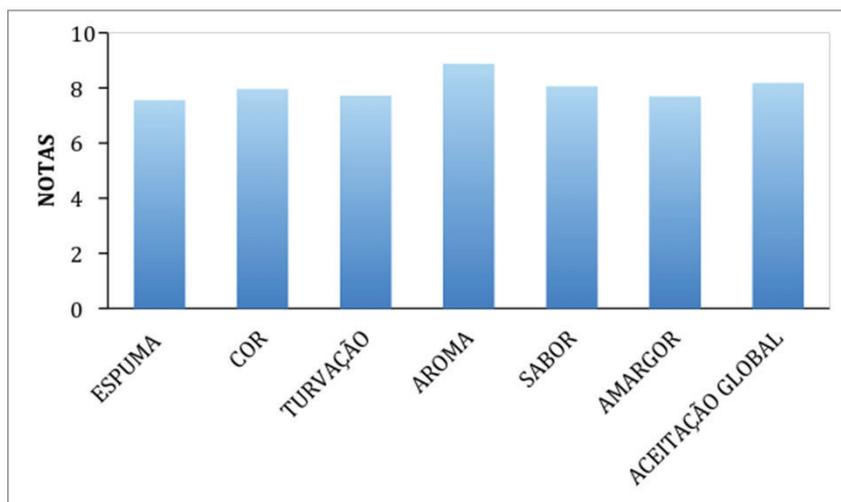
Quanto à significância de comparação entre as cervejas controle e hibisco em relação aos parâmetros físico-químicos analisados (Tabela 3), somente a cor apresentou diferença significativa de acordo com os valores da EBC.

Os valores obtidos da análise antioxidante de 6020 e 6049  $\mu\text{mol TEAC.L}^{-1}$  na cerveja C e H, respectivamente, demonstra que este parâmetro não diferiu significativamente entre as formulações, inferindo-se que a adição de quantidade maior de hibisco na cerveja seria necessária, já que os cálices da planta apresentam elevada atividade antioxidante (VIZZOTTO, 2008).

O perfil dos 80 provadores, de acordo com as respostas dos questionários aplicados na ocasião da análise sensorial, foi o seguinte: 88,3% estavam na faixa entre 19 e 35 anos, sendo 42% do sexo feminino e 58% do sexo masculino. Referente à frequência do consumo semanal de cerveja pelos provadores, 32,86% consomem uma vez, 22,86% consomem duas vezes, 20% consomem três vezes, enquanto 11,43% fazem o consumo quatro vezes por semana, 8,57% cinco vezes e 4,29% consomem seis vezes por semana. A respeito do local de aquisição de cer-

vejas, 61,43% a fazem em mercado, 8,57% fazem o consumo em bares, enquanto 7,14% compram em lojas de conveniência e 22,86% afirmaram comprá-las em todos os locais citados anteriormente.

As notas obtidas quanto aos atributos sensoriais estão representadas na Figura 4, sendo que se mantiveram expressivamente entre 7 a 10 para todos os atributos, além da aceitação global.



**Figura 4** – Resultados da análise sensorial de aceitação da cerveja adicionada de hibisco

Fonte: Autoria própria

Os resultados do índice de aceitação dos atributos e aceitação global podem ser observados em porcentagem na Tabela 4.

**Tabela 4** – Índice de aceitabilidade para os atributos de cerveja artesanal adicionada de hibisco

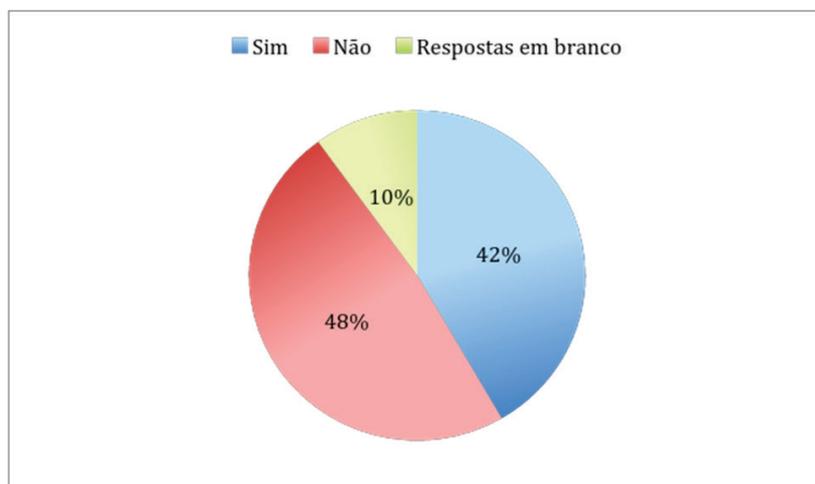
Espuma	Cor	Turvação	Aroma	Sabor	Amargor	Aceitação Global
75,58%	79,58%	77,25%	88,83%	80,58%	77%	81,92%

Fonte: Autoria própria.

A cerveja artesanal de hibisco apresentou elevado índice de aceitabilidade (Tabela 4), bem como aceitação (Figura 4), esta comparável à cerveja comercial Rose D'hibiscus, que obteve nota 8 para a aparência, 7 para o aroma, 8 para o sabor e 7,59 de aceitação global (DIEU, 2015).

Dentre as opções de preços de venda, 67,14% dos provadores estariam dispostos a pagar R\$ 5,00 por uma garrafa *long neck* (350ml) do produto, enquanto 24,29% pagariam R\$ 10,00 e 8,57% pagariam R\$ 15,00.

Na Figura 5 está a proporção de provadores que perceberam as características do hibisco na cerveja artesanal.



**Figura 5** – Porcentagem de provadores que identificaram a característica de hibisco na cerveja

Fonte: Autoria própria

Do total de provadores, 42% relataram ter percebido a característica de hibisco no produto. Diante deste resultado, foram analisadas as fichas de avaliação sensorial dos provadores que responderam “sim” (Figura 5), dos quais 92% haviam respondido ter consumido previamente/conhecer alimentos contendo hibisco. Considerando estes resultados, observa-se que as características do hibisco são sensorialmente perceptíveis na cerveja, pelos provadores com conhecimento prévio das características sensoriais do hibisco, ainda considerado um alimento novo no mercado. A adição de 10% de arroz parboilizado – por motivos econômicos – às formulações não foi mencionada nem percebida na avaliação sensorial.

## 5 Conclusão

Foi possível definir o processo de elaboração da cerveja artesanal adicionando-se hibisco antes de finalizar a fervura do mosto cervejeiro, sendo efetiva sua produção. Quanto às características físico-químicas, as cervejas se caracterizaram como padrão-forte tanto a C (controle) como H (hibisco) quanto ao teor alcoólico. Quanto à coloração, a C enquadrou-se na cor cobre, enquanto a H indicou colo-

ração castanho escuro. Ambas tiveram boa aceitação sensorial, sendo o aroma o atributo de maior nota.

## Referências

- AHMAD-RAUS, R.; JAMAL, P.; MOHD-ISA, E. S. *Hibiscus sabdariffa* aqueous extracts prevents progression of acute liver injury induced by acetaminophen. **Tropical Agricultural Science**, Malásia, v. 3, p. 511-520, 2011.
- BERBERT, S. Conheça a produção de lúpulo brasileiro. **Revista Globo Rural**, 28 fev. 2017.
- BLOIS, M. S. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. **Nature**, v. 181, p. 1199-1200, 1958.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto n. 6.871, de 4 de junho de 2009. Regulamenta a Lei n. 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**. Brasília, 2009.
- CEREDA, M. P. Cervejas. In: AQUARONE, E.; LIMA, U. A.; BORZANI, W. **Alimentos e bebidas produzidos por fermentação**. São Paulo: Edgar Blücher, 1983. p. 3-78.
- CERVEJARIA NACIONAL. **Beija-flor - Wit Bier**. Disponível em: <<http://www.cervejarianacional.com.br/beijaflor/>>. Acesso em: 2 maio 2015.
- DIEU du ciel! – Microbrewery. **Rosée d'hibiscus** (Pinkish Hibiscus). Disponível em: <<http://micro.dieuduciel.com/en/beers.php>>. Acesso em: 2 maio 2015.
- DMB – DRAGON MACRO BIER. **Manual técnico Dragon Macro Bier**. Pompeia, 2009.
- DRAGONE, G.; ALMEIDA e SILVA, J. B. Cerveja. In VENTURINI FILHO, W. **G. Bebidas alcoólicas: Ciência e tecnologia**. Vol. 1. São Paulo: Blucher, 2010. p. 31-33.
- EBC – EUROPEAN BREWERY CONVENTION. **Analytica – EBC**. 4. ed. Zurique: Brauerei – und Getränke – Rundschau, 1987.

GONÇALVES, B. **Mercado de cervejas artesanais: hábitos de consumo**. 2012. 14f. TCC – Universidade de Caxias do Sul, Vinhedos, 2012.

GRIMOR. **Grimor nº 21**. Disponível em: <<http://www.grimor.com.br/cervejas.html>>. Acesso em: 2 maio 2015.

IAL – INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). Procedimentos e determinações gerais. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. p. 83-158.

LANGE, T.; FORTY, J. **Cervejas**. Tradução Dinah de Abreu Azevedo. São Paulo: Nobel, 1999.

LUDWIG, K. M.; OLIVA NETO, P.; ANGELIS, D. F. Quantificação da floculação de *Saccharomyces cerevisiae* por bactérias contaminantes da fermentação alcoólica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 63-68, jan./abr. 2001.

MARTINS, S. M. **Como fabricar cerveja**. 2. ed. São Paulo: Ícone, 1991.

MATTOS, R. C. F. **Efeito das variáveis de transporte e estocagem sobre a estabilidade sensorial de cervejas tipo Pilsen**. 2007. 100f. Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP.

MEGA, J. F.; NEVES, E.; ANDRADE, C. J. A produção da cerveja no Brasil. **Ciê. Téc. Inov. e Op.**, v. 1, n. 1, p. 34, out./dez., 2011.

OETTERER, M. **Tecnologia de obtenção da cerveja**. Aula ministrada na Universidade de São Paulo, 2004.

ROSA, S. M. Malte, Lúpulo e Água: na simplicidade dos ingredientes das cervejas reside a magia de sua combinação. **Rev. Adega**, v. 34 n. 8, 26 ago. 2008.

SANTOS, J. I. C.; DINHAM, R. P. **O essencial em cervejas e destilados**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2006.

SILVA, J. B. A. Cerveja. In: VENTURINI, W. G. Filho. **Tecnologia de bebidas**. São Paulo: Blucher, 2005. p. 353.

- SILVA, A. A. J. et al. Hibiscus: as cores da saúde. *Revista Agropecuária Catarinense*, Santa Catarina, v. 25, n. 2, p. 34-37, jul. 2012.
- SIQUEIRA, P. B. **Estudo da cinética bioquímica e sensorial de diferentes tipos de cervejas brasileiras**. 2007. 125f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- SCHWARZ, A. R.; TELEGINSKI, F.; LACERDA, L. L. A cor da cerveja seus encantos e importância. *Revista da Cerveja*, Porto Alegre, n. 15, p. 34-35, mar. 2015.
- STRONG, G. et al. Diretrizes de estilo para cerveja do *Beer Judge Certification Program (BJCP)*. *Beer Style Guidelines* – BJCP Inc., 2008.
- TSCHOPE, E. C. **Microcervejarias e cervejarias: a história, a arte e a tecnologia**. São Paulo: Aden, 2001.
- TROMMER, M. W.; COUTINHO, A. R. Análise do ciclo de vida do processo de produção da cerveja. *Enegep*, Salvador, 8 out. 2013.
- VENTURINI, W. G. **Tecnologia de Bebidas: matéria-prima, processamento e BPF**. São Paulo: Blucher, 2005.
- VILLANUEVA, N. D. M.; PETENATE, A. J.; SILVA, M. A. A. P. Performance of the hybrid hedonic scale as compared to the traditional hedonic, self-adjusting and ranking scales. *Food Quality and Preference*, Campinas, v. 16, p. 691-703, maio 2005.
- VIZZOTTO, M.; PEREIRA, M. C. **Hibisco: do uso ornamental ao medicinal**. 2008. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2008\\_4/hibisco/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/hibisco/index.htm)>. Acesso em: 20 out. 2014.
- ZUPPARDO, B. **Uso de goma Oenogum para estabilização coloidal e de espuma em cerveja**. 2010. 115f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.