

## Estudo comparativo de metodologias para a determinação do amargor em cervejas artesanais e industriais

Study comparison of methodologies for determination of bitterness in craft and industrial beers

Estudio comparativo de metodologías para determinación de amargor en cervezas artesanales e industriales

Recebido: 21/08/2022 | Revisado: 03/09/2022 | Aceito: 08/09/2022 | Publicado: 16/09/2022

**Monique Cunha Araújo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5157-8038>

Faculdade Integrada Tiradentes, Brasil

E-mail: [monike-c-araujo@hotmail.com](mailto:monike-c-araujo@hotmail.com)

**Yago Fraga Ferreira Brandão**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9236-3842>

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

E-mail: [yagoffb9@gmail.com](mailto:yagoffb9@gmail.com)

**Hilário J. B. de Lima Filho**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4954-3925>

Universidade Católica de Pernambuco, Brasil

E-mail: [hilario@unicap.br](mailto:hilario@unicap.br)

### Resumo

O mercado cervejeiro, seja ele industrial ou artesanal está em constante crescimento no Brasil, sendo ele o terceiro maior produtor de cerveja do mundo. Devido a isto as cervejarias artesanais estão cada vez mais tentando se adequar nos parâmetros de controle de qualidade, e a medição de amargor é uma delas. O presente estudo tem como objetivo avaliar se o amargor identificado nos rótulos das cervejas, sejam elas industriais ou artesanais, de diferentes estilos, coincidem com o valor encontrado através no método analítico validado do European Brewery Convention. A metodologia utilizada consiste em fazer a extração da isomerização do  $\alpha$ -ácidos, que é uma resina do lúpulo, e o principal responsável por dar o sabor amargo da cerveja, portanto é utilizando o espectrofotômetro por radiação ultravioleta visível, no qual ele mensura, a presença dos iso- $\alpha$ -ácidos presentes na cerveja, a partir da absorbância em um comprimento de onda de 275nm, que é posteriormente convertida para Internatinal Bitterness Unit (IBU). As cervejas analisadas foram provenientes do estado de Pernambuco e São Paulo, de produção artesanal e industrial. Os resultados obtidos através das análises ficaram dentro da faixa de especificação dos seus respectivos estilos e sua variação vai de +1,56% a -7,55% em relação ao que é identificado pelos fabricantes, sendo a menor variação na produção industrial e a maior na artesanal. As cervejas analisadas tiveram um resultado satisfatório, no qual as cervejarias que utilizam o método Glenn Tinseth, tiveram valores próximos do que é validado pelo European Brewery Convention.

**Palavras-chave:** Lúpulo;  $\alpha$ -ácidos; Espectrofotômetro; ANOVA; Minitab.

### Abstract

The beer market, whether industrial or artisanal, is constantly growing in Brazil, making it the third largest beer producer in the world. Because of this, craft breweries are increasingly trying to adapt to quality control parameters, and bitterness measurement is one of them. The present study aims to evaluate whether the bitterness identified on the labels of beers, whether industrial or artisanal, of different styles, coincide with the value found through the validated analytical method of the European Brewery Convention. The methodology used consists of extracting the isomerization of  $\alpha$ -acids, which is a hop resin, and the main responsible for giving the bitter taste of beer, so it is using the spectrophotometer by visible ultraviolet radiation, in which it measures, the presence of iso- $\alpha$ -acids present in beer, from the absorbance at a wavelength of 275nm, which is later converted to the Internatinal Bitterness Unit (IBU). The analyzed beers came from the state of Pernambuco and São Paulo, from artisanal and industrial production. The results obtained through the analyzes were within the specification range of their respective styles and their variation ranges from +1.56% to -7.55% in relation to what is identified by the manufacturers, with the smallest variation in industrial production and the greater in artisanal. The analyzed beers had a satisfactory result, in which the breweries that use the Glenn Tinseth method had values close to what is validated by the European Brewery Convention.

**Keywords:** Hop;  $\alpha$ -acids; Spectrophotometer; ANOVA; Minitab.

## Resumen

El mercado de la cerveza, ya sea industrial o artesanal, está en constante crecimiento en Brasil, lo que lo convierte en el tercer mayor productor de cerveza del mundo. Debido a esto, las cervecerías artesanales intentan cada vez más adaptarse a los parámetros de control de calidad, y la medición del amargor es uno de ellos. El presente estudio tiene como objetivo evaluar si el amargor identificado en las etiquetas de cervezas, ya sean industriales o artesanales, de diferentes estilos, coincide con el valor encontrado a través del método de la European Brewery Convention. La metodología empleada consiste en extraer la isomerización de los  $\alpha$ -ácidos, que es una resina del lúpulo, y principal responsable del sabor amargo de la cerveza, fue utilizado un espectrofotómetro por radiación ultravioleta visible, para medir la presencia de iso- $\alpha$ -ácidos presentes en la cerveza, a partir de la absorbancia a una longitud de onda de 275 nm, que luego se convierte en la International Bitterness Unit (IBU). Las cervezas analizadas procedían de los estados de Pernambuco y São Paulo, de producción artesanal e industrial. Los resultados obtenidos estuvieron dentro del rango de especificación de sus respectivos estilos y su variación va de +1.56% a -7.55% en relación a lo identificado por los fabricantes, con la menor variación en la producción industrial y la mayor en la artesanal. Las cervezas analizadas tuvieron un resultado satisfactorio, en el que las cervecerías que utilizan el método Glenn Tinseth tuvieron valores cercanos a lo validado por la European Brewery Convention.

**Palabras clave:** Salta;  $\alpha$ -ácidos; Espectrofotómetro; ANOVA; Minitab.

## 1. Introdução

### 1.1 História do surgimento da cerveja até os dias atuais

A cerveja chegou ao Brasil, no período conhecido como Holandês (1630-1654) e a primeira cervejaria brasileira foi criada em 1640, quando Dirck Dix, chegou em Recife para integrar a comitiva de Maurício de Nassau, a cervejaria foi criada no bairro das Graças, na segunda casa de Nassau, a La Fontaine, como foi batizada. (Marcena, 2016). A cerveja é considerada uma das bebidas fermentadas mais populares do mundo, se tornando nos dias atuais, se considerar o consumo de bebidas alcoólicas e não alcoólicas, uma das três bebidas mais consumidas no mundo junto com o chá e a água (Neto & Ratero, 2021).

A produção de cervejas artesanais no Brasil passou por uma evolução sem precedentes nas primeiras duas décadas do Século XXI, chamando a atenção de produtores, consumidores e planejadores de destinos para o potencial de visitação e de degustação em empreendimentos cervejeiros e a atratividade de rotas turísticas, aliando produtos, serviços e atividades do segmento cultural e gastronômico (Munhoz et al., 2021).

Para se produzir cerveja não é mais segredo, são necessários quatro ingredientes essenciais: água, malte, lúpulo e fermento; evidente que outros ingredientes e especiarias podem ser adicionados, sendo que modificará a aparência, sabor e aroma da bebida, indo de acordo com cada gosto (Morado, 2017). No mercado cervejeiro, a melhoria da qualidade e a diferenciação são os principais. Já que o consumidor sempre está mais exigente em relação ao produto e a diferenciação, para alcançar tanto o público mais avançado, quanto o público iniciante (Silva & Júnior, 2021).

### 1.2 Ingredientes da cerveja

#### 1.2.1 Água

A água é um dos ingredientes mais importantes e é o mais utilizado em quantidade, para a produção de cerveja; não existe uma água ideal para se preparar a bebida, mas ela tem que ser própria para o consumo humano, não podendo ser uma água contaminada, por microorganismos ou contaminantes químicos, de preferência cristalina e não deve possuir grandes quantidades de cloro e flúor (Flores et al., 2015).

A água cervejeira corresponde a 93% da cerveja, sendo então assim o principal ingrediente; essa água deve ser inócua, livre de contaminações e dura (com alto teor de cálcio e magnésio) para servir de nutriente para as leveduras fermentativas. O cálcio presente na água também atuará para trazer açúcar para a cerveja. A água também deve ser clorada, sem presença de ferro. E o pH deve ser ajustado para 5,0 (de Rangel Moreira et al., 2021). A água pode ter impacto direto no sabor, odor e coloração da cerveja, dependendo dos sais minerais e matérias orgânicas presentes na mesma (Venturini Filho, 2021).

### 1.2.2 Malte

A cevada é o principal cereal utilizado a nível mundial para o processo de maltagem; as cevadas são bastante utilizadas na indústria cervejeira, por produzirem malte com maior conteúdo de amido e menor quantidade de proteína, que permite obter mais extrato a partir do malte, para além de evitar alguns problemas de turbidez na produção da cerveja (Martins & Rodrigues, 2015). O malte é uma gramínea cujos grão na espiga, alinhados em duas ou seis fileiras, são envoltos por diversas camadas celulósicas; dessa forma as condições no qual o malte é utilizado (temperatura, pH e concentração) influenciam em aspectos da cerveja como cor e sabor (Rosa, 2021).

Os maltes podem ser classificados em dois tipos, os de base e os especiais. Os de base, são pouco torrados, constituem a maior parte do mosto e são eles que fornecem a maioria dos açúcares que são fermentáveis, sendo eles os maltes base pale, base mais torrados, de trigo e centeio. Os especiais, surgem para dar o toque final na cerveja, como cor, sabor e aroma, geralmente são utilizados em pouca quantidade e geram poucos açúcares fermentáveis, são eles o malte caramelo, âmbar e torrados (Hughes, 2016).

### 1.2.3 Lúpulo

O lúpulo (*Humulus lupulus* L.) é uma planta pertencente à ordem Rosales e a família Cannabaceae, a qual possui apenas dois gêneros, *Cannabis* e *Humulus*. O gênero *Humulus* (utilizado na produção de cerveja) tem como característica ser constituído por plantas herbáceas, dioicas, anemófilas e trepadeiras dextrogiras, nativas de áreas de clima temperado do Hemisfério Norte (Spósito et al., 2019)

O consumo de lúpulo pela indústria cervejeira é tanto que em torno de 97% de sua produção é destinada à fabricação de cerveja. O lúpulo como ingrediente na produção de cerveja confere aroma, amargor e estabilidade coloidal à espuma, além de atuar como antioxidante e antimicrobiano protegendo a cerveja de processos oxidativos e de contaminações microbiológicas (Durello et al., 2019).

### 1.2.4 Malte

As leveduras são fungos unicelulares eucariontes e por serem organismos aclorofilados, não produzem o seu próprio alimento, podendo viver tanto na presença como na ausência de oxigênio, sendo sua reprodução rápida na presença de oxigênio (Monção et al., 2018). Dentre essas o ascomiceto do gênero *Saccharomyces* é o mais conhecido, principalmente a espécie *Saccharomyces cerevisiae*, que também é denominada como levedura convencional (Nunes, 2021).

As leveduras são responsáveis pela fermentação e produzem vários compostos (incluindo o etanol) que são determinantes para o sabor da cerveja; fatores como linhagem, temperatura, pH, proporção do adjunto e concentração de mosto afetam de forma diretamente a produção dos compostos resultados do metabolismo celular (Henrique, 2018).

### 1.2.5 Adjuntos

A utilização de adjuntos promove diversos impactos no processo produtivo da cerveja. Algumas destas matérias-primas demandam a instalação de equipamentos adicionais como painéis específicos para o cozimento destes adjuntos previamente à sua adição ao mosto cervejeiro (Muller et al., 2021). O uso de diferentes adjuntos na produção de cerveja como cevada, trigo, arroz e milho têm diversas razões como, por exemplo, a modificação sensorial da cerveja e maior disponibilidade de carboidratos fermentescíveis (Tadei et al., 2020).

## 1.3 Amargor da cerveja

Na indústria cervejeira, utiliza-se a flor feminina do lúpulo, chamada de "cone", que contém teores de alfa e beta-

ácidos, além de óleo essenciais (principalmente com relação aos constituintes humuleno e cariofileno), que quando adicionada ao malte, água e leveduras, é responsável pelo aroma e pelo amargor da cerveja (Fonseca et al., 2022).

O IBU (Internacional Bitterness Unit) é o padrão internacionalmente aceito para qualificar o amargor da cerveja. Os valores de IBU são importantes para o controle de qualidade da cerveja e fornecem informações sobre a intensidade de amargor. Os valores podem variar entre 1 a quase 100 IBU's (Lage, 2021).

O presente estudo tem como objetivo avaliar se o amargor identificado nos rótulos das cervejas, sejam elas industriais ou artesanais, de diferentes estilos, coincidem com o valor encontrado através no método analítico validado do European Brewery Convention no qual utiliza isooctano para medir a concentração de iso- $\alpha$ -ácidos, utilizando o o espectrofotômetro na faixa de 275nm , e se os resultados obtidos se encontram na faixa indicada por cada estilo de cerveja pelo Beer Judge Certification Program, visando implementar essa técnica pro controle de qualidade, nas cervejarias que utilizam o método Glenn Tinseth para determinar o IBU.

## 2. Metodologia

As análises foram feitas no laboratório de Química Analítica, no bloco D da Universidade Católica de Pernambuco, localizada na Rua do Príncipe, 526 - Boa Vista, Recife - PE, 50050-900. Sendo utilizado para fazer as análises o método do EBC (European Brewery Convention) 9.8: Bitterness of Beer (EBC, 2007), no qual mede o amargor da cerveja, sendo utilizada a metodologia britânica que padroniza as análises de amargor de cervejas utilizando o espectrofotômetro por radiação ultravioleta visível. Este trabalho tem um caráter quali-quantitativo.

As amostras de cervejas utilizadas para análises desse trabalho, são de cervejarias industriais e artesanais produzidas nos estados de Pernambuco e São Paulo. No Brasil todo, o crescimento tanto industrial quanto artesanal está em alta, existindo vários estilos e sabores. Os estilos analisados são do tipo Lager e India Palle Ale (IPA), sendo as amostras analisadas em triplicatas. O IBU indicado nos rótulos, a escala de como é produzida, a origem de produção e qual o estilo produzido, das amostras analisadas podem ser observadas no Quadro 1.

**Quadro 1** - IBU do rótulo, escala, origem e estilo da cerveja utilizada como amostras.

Cerveja	IBU Rótulo	Escala	Origem	Estilo
1. A	8,5	Industrial	Pernambuco	Lager
2. B	10	Artesanal	Pernambuco	Lager
3. C	45	Artesanal	São Paulo	IPA

Fonte: Autores (2022).

Nota-se no Quadro 1 que as amostras do tipo Lager foram denominadas de A e B; sendo a amostra A industrial e a amostra B a artesanal. A amostra C se refere a cerveja do tipo IPA.

Para se fazer o tratamento de decarbonatação da cerveja, foram transferidos aproximadamente 50 ml de cerveja, de cada uma das seis amostras, sendo duas de cada cerveja analisada, para um erlenmeyer de 250 ml, tampou-se o frasco e agitou-se o mesmo, para que assim a amostra seja filtrada para um béquer de 100 ml, a fim de obter a eliminação do gás carbônico e qualquer outra impureza presente na mesma.

Com a amostra decarbonatada e na temperatura de 20°C, a mesma foi transferida com a ajuda de uma pipeta volumétrica de 10 ml, para um tubo de centrifuga de 50 ml, adicionou-se 20 ml de isooctano (2,2,4-trimetilpentano), utilizando uma pipeta volumetrica de 20 ml e 0,5 ml de HCl 6M (ácido clorídrico), usando uma pipeta graduada de 1 ml. Primeiramente a

amostra passou por uma agitação mecânica por 15 minutos, com o auxílio do agitador de tubos da marca Marconi MA-162, em 60% de sua agitação. Após a agitação mecânica, os tubos são centrifugados a 3000 rpm, por 3 minutos, com o auxílio da centrífuga, Labofuge III, da Karl Kolb.

Ao final da centrifugação, as amostras foram divididas em duas fases, sendo a parte sobrenadante do tubo, é a extração do iso- $\alpha$ -ácido pelo iso-octano, sendo esta a parte que vai ser analisada no espectrofotômetro. Posteriormente, é mensurada a absorvância da fração do iso-octano, com um comprimento de onda de 275nm, utilizando o espectrofotômetro U2M, da QUIMIS, para fazer a leitura.

O branco, que é o padrão de referência empregado para fazer as leituras das absorvâncias no espectrofotômetro, foi o iso-octano puro, e as frações sobrenadantes foram removidas dos tubos com a ajuda de pipetas, para serem analisadas. Portanto, as absorvâncias analisadas correspondem a fração dos iso- $\alpha$ -ácidos, extraídos pelo iso-octano, sendo esse resultado multiplicado por 50, para assim, resultar nos valores de amargor de cada cerveja analisada, em IBU.

Cada estilo de cerveja possui uma faixa de amargor específico, servindo como um tipo de classificação das mesmas. O Beer Judge Certification Program (BJCP), possui uma faixa de classificação universal para cada estilo, sendo mostrado ou analisado através de IBU. Um dos intuitos desse trabalho é verificar se as amostras de cervejas que foram analisadas experimentalmente, estão dentro da faixa estabelecida para o seu estilo específico, que são descritos no Quadro 2.

**Quadro 2** - Estilos de cervejas e suas faixas correspondente de IBU.

Estilo de cerveja	Valores de IBU
American Lager	8 a 18 IBU
American IPA	40 a 70 IBU

Fonte: Adaptado de Strong & England (2015).

Observa-se no Quadro 2 a faixa em que os estilos de cerveja devem estar a partir do método BJCP (Strong & England, 2015). Os valores obtidos das absorvâncias e seu respectivo IBU das análises feitas através do espectrofotômetro de leitura U.V, para as três cervejas analisadas e as médias correspondentes, mostrará graficamente o que foi obtido com a metodologia EBC. Contudo, esses gráficos mostram as médias obtidas que são comparadas com o valor mostrado nos rótulos de acordo com o Quadro 1, e também comparam se os valores encontrados correspondem com os valores das suas respectivas faixas, de acordo com o Quadro 2.

Após o tratamento dos dados coletados das amostras de cervejas analisadas experimentalmente e quantificar o amargor existente na mesma, foi feita uma comparação dos valores obtidos com os valores das faixas existentes de IBU da literatura do BJCP (Strong & England, 2015), e com isso pode-se definir se as cervejas analisadas se encontram dentro, acima ou abaixo da faixa especificada.

A realização desse procedimento estatístico, foi feito através dos resultados obtidos das quatro amostras em duplicata e consequentemente analisadas em triplicata, sendo totalizado vinte e quatro unidades experimentais. O software utilizado foi o Minitab 2017, para fazer a análise das absorvâncias dos iso- $\alpha$ -ácidos das amostras de cervejas artesanais e industriais analisadas.

### 3. Resultados e Discussão

Através das análises feitas experimentalmente, foi obtido os amargores das cervejas, como ela é conhecida comercialmente, o IBU. Os testes feitos experimentalmente, para encontrar a absorvância utilizando o espectrofotômetro por

radiação ultravioleta visível com um comprimento de onda de 275 nm, pode mensurar o IBU das cervejas analisadas, e assim foi feito os tratamentos estatísticos dos mesmos. A Tabela 1 apresenta os valores obtidos através da metodologia do EBC, empregada nos ensaios experimentais; com os resultados foram obtidas as médias dos para cada estilo.

**Tabela 1** - Unidade de amargor das cervejas analisadas em IBU.

	Cerveja A: Lager Ind.	Cerveja B: Lager Art.	Cerveja C: Ipa
	8,45	8,75	40,00
	8,15	8,80	42,50
	8,05	8,75	42,00
	9,30	10,65	40,05
	8,70	10,60	43,00
	9,15	10,70	42,05
Média	8,633	9,708	41,600

Fonte: Autores (2022).

Nota-se na Tabela 1 que as amostras de Lager, ou seja, as cervejas A e B tiveram valores mais baixos de amargor por se tratar de um estilo de cerveja mais leve e a cerveja C que é do estilo IPA tem um valor mais alto, por se tratar de uma cerveja mais lúpulada, portanto seu IBU é maior.

O tratamento estatístico dos dados analisados experimentalmente tem a função de verificar se existe uma confiabilidade, no método feito para a medição, que neste caso é o de amargor das cervejas. Portanto para se fazer esse tratamento estatístico é utilizado o ANOVA, para o teste de variância.

Os valores obtidos da média e o desvio padrão, das amostras de cervejas, através do software Minitab, pode ser observado na Tabela 2, no qual o software faz um cálculo através das contagens de amostras, a média, e menor valor obtido e máximo valor obtido e a partir desses valores ele faz o desvio padrão, que serve para mostrar o quanto está variando, para assim ter uma melhor confiabilidade dos resultados.

**Tabela 2** - Análise estatística resumida do IBU das cervejas analisadas.

Cervejas	Contagem	Média	Desvio Padrão
A	6	8,633	0,514
B	6	9,708	1,032
C	6	41,600	1,272

Fonte: Autores (2022).

Observa-se na Tabela 2 que o valor do desvio padrão da cerveja B está acima de 10%, porém por se tratar de uma amostra artesanal este valor é aceitável para os padrões desse tipo de cerveja.

As análises estatísticas feitas com a ajuda do software Minitab, utilizando o one way ANOVA, para os resultados dos IBUs encontrados na Tabela 3, sendo observado a soma dos quadrados dos desvios (SQ) analisados a média dos quadrados dos

desvios (QM), o nível de confiança (IC), o grau de liberdade (GL), o tamanho da diferença entre as amostras em função da variação dentro de cada amostra (Valor F), tudo isso entre e dentro dos grupos que foram feitos.

**Tabela 3** - Resultados estatístico do ANOVA.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	Valor P
Entre Grupos	2	4210,07	2105,04	2141,38	0,000
Dentro dos Grupos	15	14,75	0,98		
Total	17	4224,82			
IC	99%				
$\alpha$	0,01				

Fonte: Autores (2022).

Para a formação da Tabela 3, algumas hipóteses precisam ser feitas, para o teste em questão, que são:

- $H_0$ : As absorvâncias não se correlacionam com os IBUs das cervejas analisadas.
- $H_1$ : As absorvâncias se correlacionam com os IBUs das cervejas analisadas.

Pelo teste feito, pode se tirar conclusões a partir de dois casos:

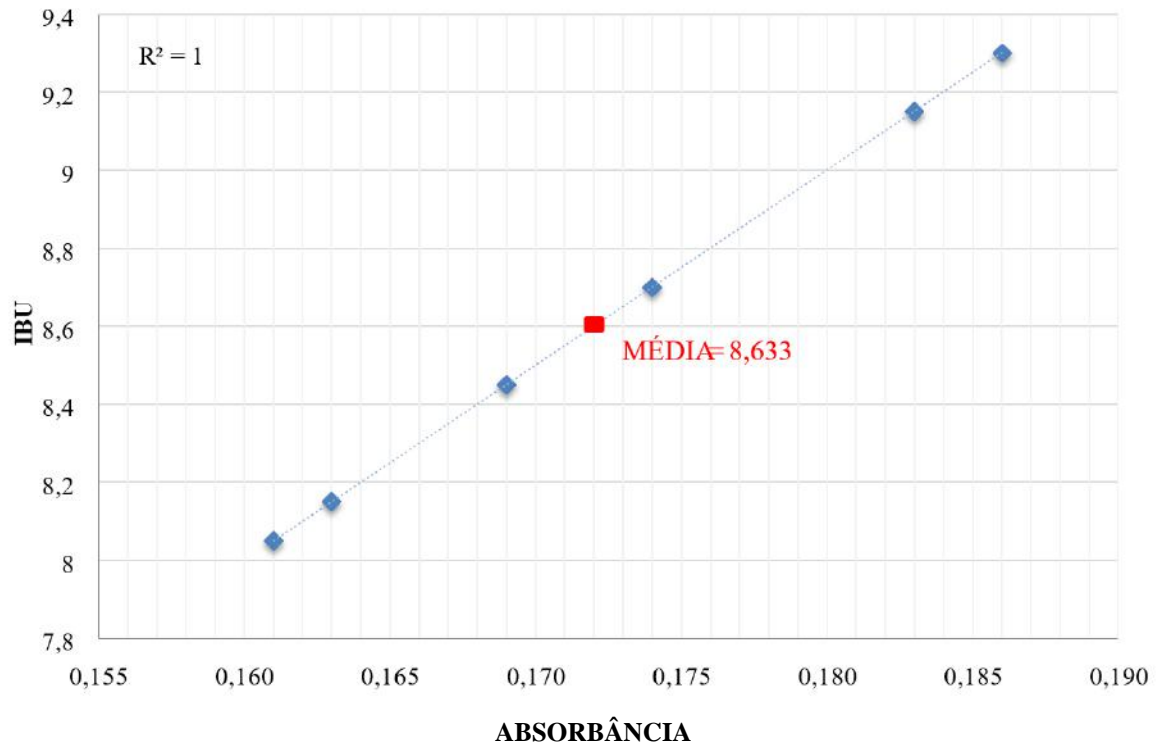
- Caso 1, o Valor-P for maior que  $\alpha$ , o  $H_0$  não pode ser rejeitado.
- Caso 2, o Valor-P for menor  $\alpha$ , o  $H_0$  pode ser rejeitado.

Como pode ser observado na Tabela 3, o nível de significância ( $\alpha$ ) é igual a 0,01 ou 1%, e como explicado anteriormente se Valor-P for menor que  $\alpha$ , o  $H_0$  é rejeitado, portanto como o valor obtido de Valor-P é menor que  $\alpha$ , ou seja,  $H_0$  é rejeitado e  $H_1$  que fala que as absorvâncias se correlacionam com os IBUs das cervejas analisadas, é dito como verdadeiro.

### 3.1 Cerveja A: American Lager industrial

Pode ser observado na Figura 1 as absorvâncias encontradas experimentalmente, seu respectivo IBU e a média das análises.

**Figura 1** - Valores de absorbância das amostras de Lager industrial e seu respectivo IBU.



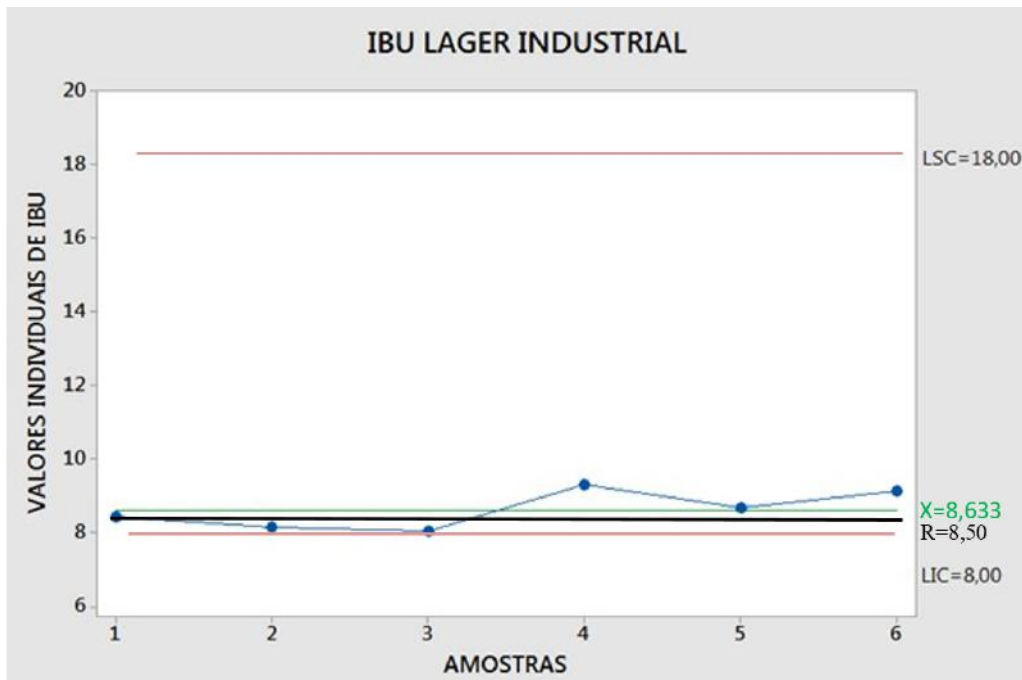
Fonte: Autores (2022).

Observa-se na Figura 1 que o amargor da cerveja A (produzida industrialmente) se manteve dentro da faixa esperada para o seu estilo, e no seu rótulo mostra que seu IBU é de 8,5 e as análises feitas teve uma média de 8,633, tendo uma variação em relação à média de 0,133 ou 1,56% que é considerada uma variação pequena.

Contudo para uma melhor visualização, foi feito uma carta de controle, para mostrar os valores de IBU obtidos por cada amostra, o valor indicado no rótulo (R), a média ( $\bar{x}$ ) o limite inferior (LIC) e limite superior (LSC) da sua respectiva faixa, tais dados podem ser visualizados na Figura 2.



**Figura 2** - Carta de Controle da Lager industrial.



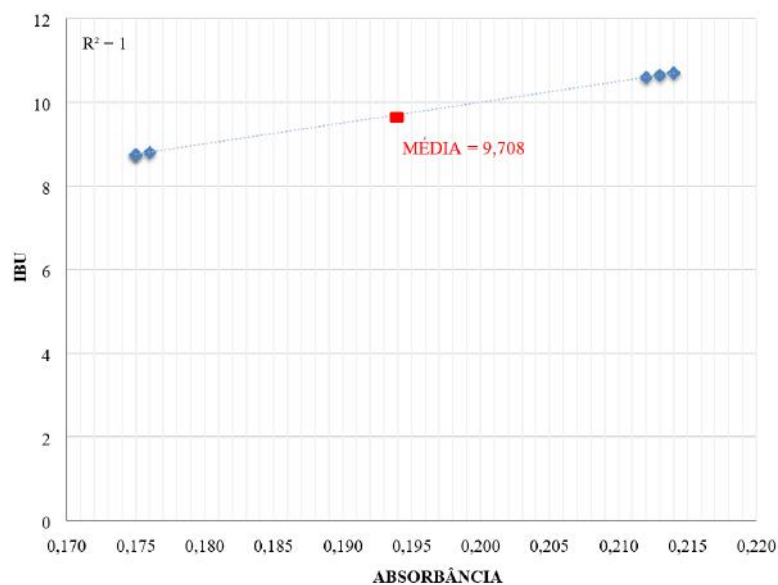
Fonte: Autores (2022).

Como pode ser observado na Figura 2, os valores obtidos na análise (8,633 de IBU) ficaram perto do limite inferior e consequentemente dentro da faixa de valores da American Lager (8 a 18 IBU), tendo uma pequena variação entre os lotes, porém dentro da especificação do rótulo (8,5).

### 3.2 Cerveja B: American Lager artesanal

Pode ser observado na Figura 3 as absorvâncias encontradas experimentalmente, seu respectivo IBU e a média das análises.

**Figura 3** - Valores de absorvância das amostras American Lager artesanal e seu respectivo IBU.

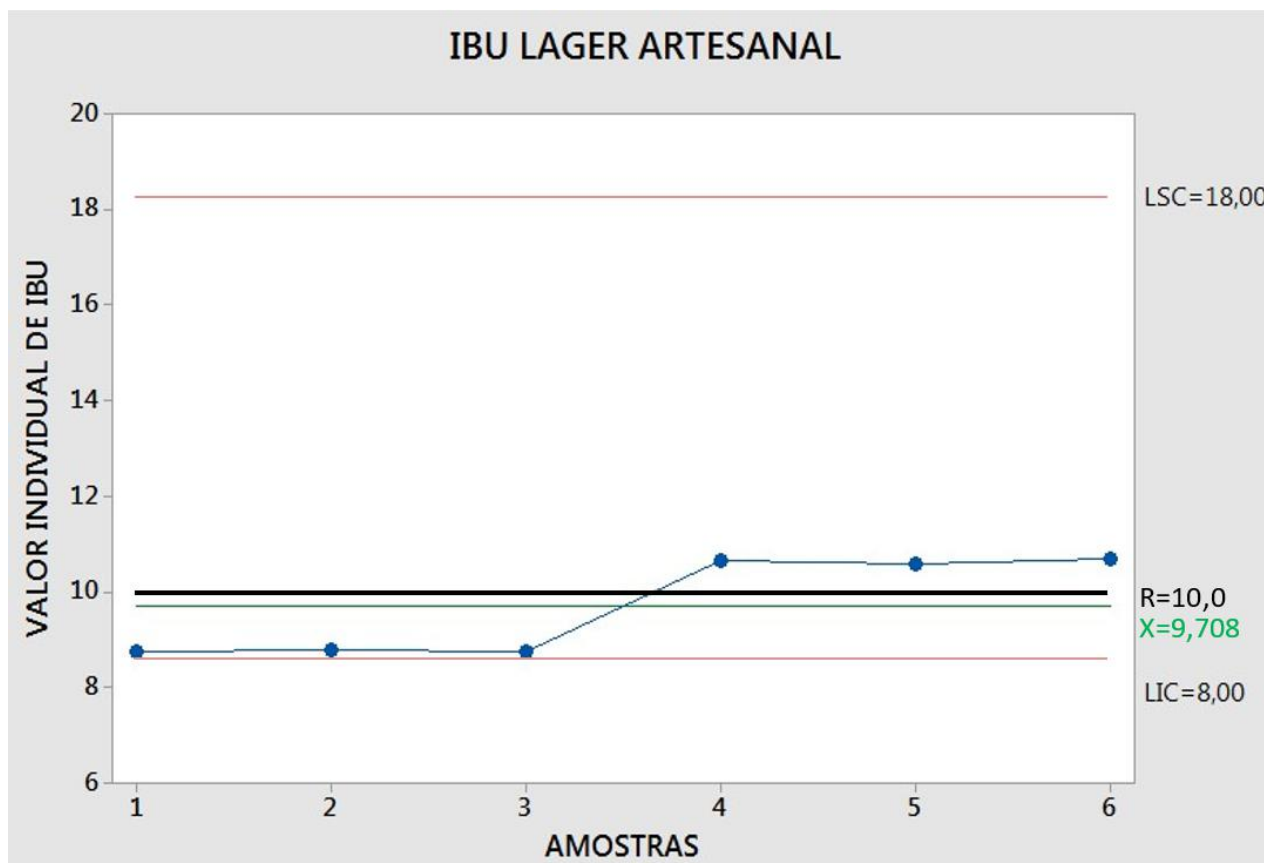


Fonte: Autores (2022).

Pode ser observado na Figura 3 que o amargor da cerveja B (produzida artesanalmente) se manteve dentro da faixa especificada para o seu estilo, e no seu rótulo mostra que seu IBU é de 10, e as análises feitas teve uma média de 9,708; tendo uma variação em relação à média de 0,292 ou 2,92% que é considerada uma variação pequena.

Para uma melhor visualização, foi feito uma carta de controle, para mostrar os valores de IBU obtidos por cada amostra, o valor indicado no rótulo (R), a média (x) o limite inferior (LIC) e limite superior (LSC) da sua respectiva faixa, que pode ser observado na Figura 4.

**Figura 4** - Carta de Controle da Lager artesanal.



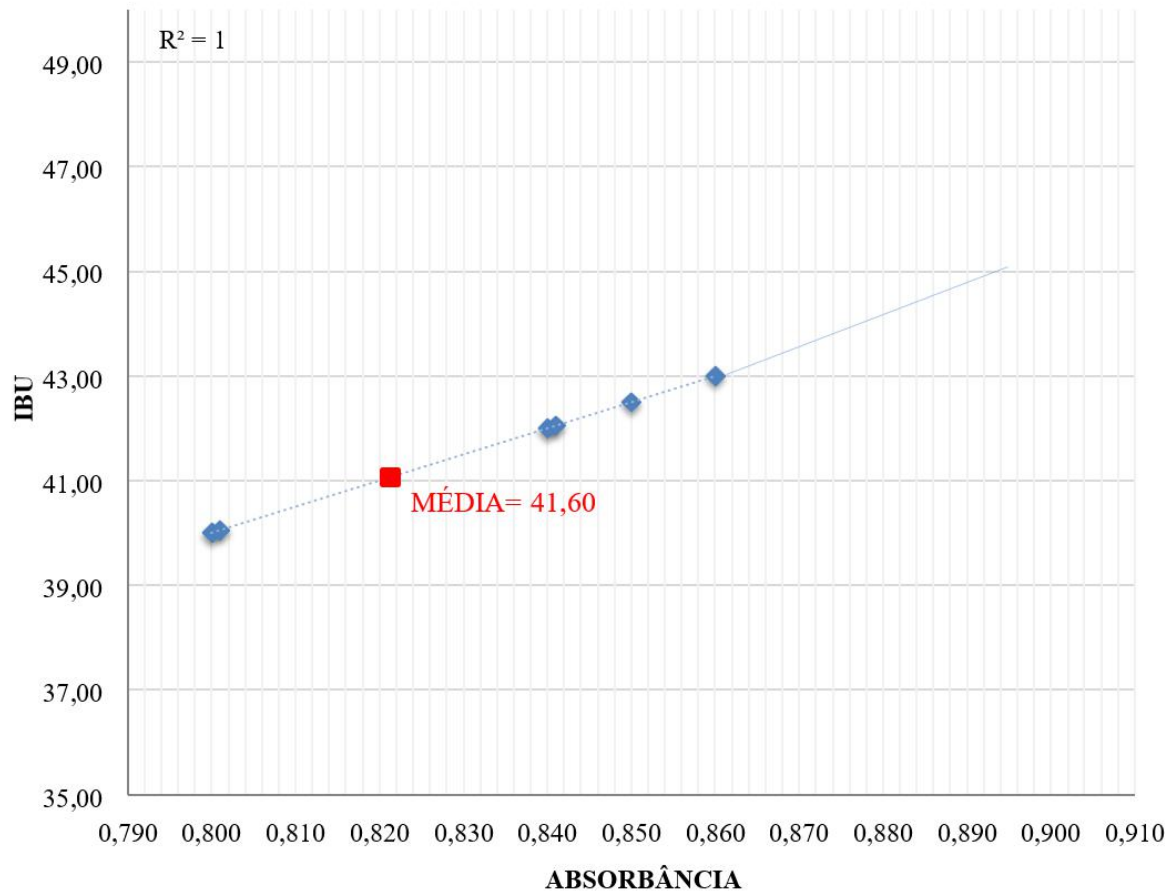
Fonte: Autores (2022).

Nota-se na Figura 4 que os valores obtidos (9,708) tiveram uma variação grande entre os lotes e ficaram perto do limite inferior. Ainda assim dentro da faixa estabelecida para a American Lager (8 a 18 IBU), porém apresentam pontos distantes do estabelecido no rótulo (10 IBU).

### 3.3 Cerveja C: American IPA

Pode ser observado na Figura 5 as absorvâncias encontradas experimentalmente, seu respectivo IBU e a média das análises.

**Figura 5** - Valores de absorbância das amostras de American IPA e seu respectivo IBU.

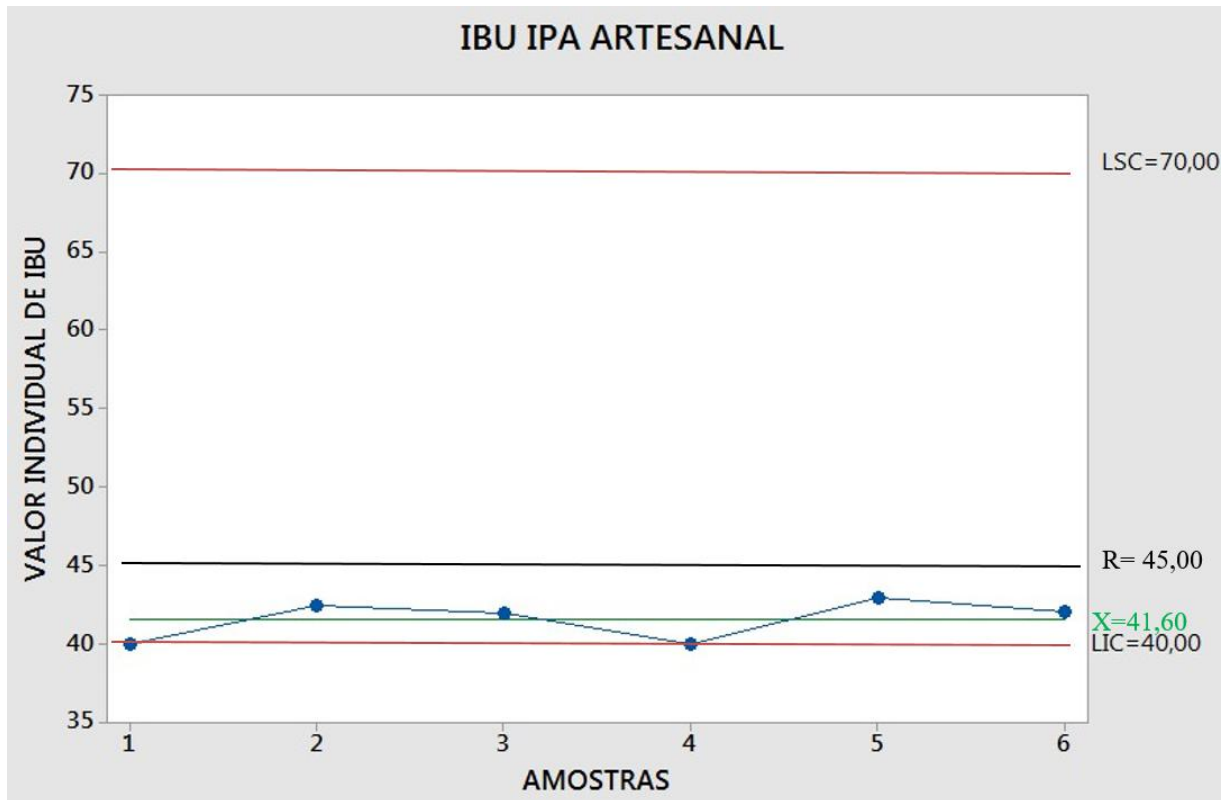


Fonte: Autores (2022).

Nota-se na Figura 5 que o amargor da cerveja C, que é produzida artesanalmente se manteve dentro da faixa especificada para o seu estilo, e no seu rótulo mostra que seu IBU é de 45, e as análises feitas tiveram uma média de 41,60 tendo uma variação em relação à média de 3,40 ou 7,55% que é considerada uma variação média.

Para uma melhor visualização, foi feito uma carta de controle, para mostrar os valores de IBU obtidos por cada amostra, o valor indicado no rótulo (R), a média ( $\bar{x}$ ) o limite inferior (LIC) e limite superior (LSC) da sua respectiva faixa, que pode ser observado na Figura 6.

**Figura 6 - Carta de Controle da IPA artesanal.**



Fonte: Autores (2022).

Pode ser observado na Figura 6 que o valor da média das análises foi de 41,60 ficando bem próximo do limite inferior e abaixo do valor estabelecido no rótulo e tendo uma grande variação entre os lotes. Contudo dentro da faixa estabelecida para este tipo de cerveja (entre 40 e 70 IBU).

#### 4. Conclusão

Os cálculos que foram feitos para se obter o amargor de cervejas, sejam elas industriais ou artesanais, apresentaram uma aproximação satisfatória, seja em relação a faixa de IBU de cada cerveja e também em relação ao amargor identificado nos rótulos das cervejas analisadas. Entretanto, os resultados obtiveram algumas divergências, dos valores reais para todas as amostras de cervejas analisadas. Essas divergências podem ter ocorrido por diversos fatores, como o tratamento das amostras, perdas consideradas pelo software que são utilizadas para esse fim e mau calibração do equipamento. Contudo, todas as amostras analisadas, ficaram dentro da faixa especificada pelo Beer Judge Certification Program e mostra que o método do European Brewery Convention é eficaz.

No Brasil, não existe uma legislação específica que fala do amargor das cervejas, que é de bastante impacto no produto final, já que o mesmo pode mudar a sensação deglutiva na boca, principalmente se for a um nível bastante perceptível, independente do estilo. Com o crescimento da cerveja artesanal, os consumidores estão cada vez mais exigentes e rígidos quando se fala em sabor e amargor, querendo cada vez mais cervejas com sabores marcantes e que seu amargor seja perceptível, e por conta dessa severidade, se a bebida não atender esses requisitos dentre tantos outros, pode gerar insatisfação dos clientes, sendo algo não esperado. Portanto ter um controle de qualidade para esse parâmetro que é tão exigido pelos consumidores, é essencial para peculiaridade em questão.

As análises executadas neste trabalho, podem mostrar que existem diferenças entre lotes do mesmo estilo de cerveja,

que foi identificado algumas possíveis perdas e que tendo esse controle de qualidade do amargor pode acarretar em uma imagem positiva da empresa e do produto final. Contudo, para se ter instalado os equipamentos necessários para se fazer as análises de amargor em uma cervejaria artesanal, é de grande custo, tendo que um espectrofotômetro possui um custo grande. Dessa maneira, para cervejarias artesanais ou caseiras, seria mais viável fazer as análises em empresas terceirizadas ou universidades na qual fornecessem esse tipo de teste, para que no final a cervejaria se enquadre nesses mesmos parâmetros mantenham um maior controle de amargor como as industriais.

As cervejas que mais variaram nas análises foram as artesanais, sendo a cerveja IPA (Cerveja C), a com maior variação, e a mesma é a que possui o maior amargor dentre as amostras analisadas. Não se sabe ao certo o motivo dessa variação, porém pode ser por perdas ocorrida na produção, influência de adjuntos e até mesmo pode ser que por ter uma maior quantidade de lúpulo, o mesmo pode causar uma imprecisão nos cálculos do IBU. Porém se faz necessário um estudo mais aprofundado, se existe influência de outra matéria prima que é acrescentada na mesma, que possa está afetando o amargor, a partir disso fazer mais análises de diferentes estilos produzidos na mesma e de diferentes amargores, para saber o que pode ter ocorrido ou está ocorrendo na mesma, ficando como um possível trabalho futuro.

Sugere-se, que em trabalhos futuros, também saber de influências de outros componentes do lúpulo e não só dos iso- $\alpha$ -ácidos mas qual seria a interferência dos  $\beta$ -ácidos e dos óleos essenciais, possa ter no amargor, mesmo que em pequena quantidade, sendo esse questionamento pouco compreendido ainda. Porém para isso, precisa ser feito um maior estudo nos mesmos e de outros compostos do lúpulo, que seja possível para compreender, se eles podem ou não modificar o amargor e conseqüentemente a estimativa do IBU.

## Referências

- Rangel Moreira, R. F. R., da Silva, J. E., & Fontgalland, I. L. (2021). Custos da água na produção de cerveja: Uma análise econômica comparativa. *Research, Society and Development*, 10(2).
- Durello, R. S., Silva, L. M., & Bogusz, S. (2019). Química do lúpulo. *Química Nova*, 42, 900-919.
- European Brewery Convention –EBC (2007). *European Brewery Convention Analytica –EBC, (5th ed.,)* Fachverlag Hans Carl, Nurnberg, Germany.
- Flores, A. B., Gräff, A., Cornelius, E., & de Souza, C. F. V. (2015). Perfil sensorial e avaliações físico-químicas de cerveja artesanal de chocolate e caramelo. *Revista Destaques Acadêmicos*, 7(4).
- Fonseca, M. D. O., Nogueira, R., Cornejo, F., Bizzo, H., Ozassa, T., & Silva, M. (2022). Colheita e tecnologias pós-colheita para a preservação da qualidade de estróbilos ou cones de *Humulus Lupulus L.* *Região Serrana Fluminense*, 127.
- Henrique, R. S. (2018). Uso de grãos de kefir para produção de cerveja artesanal (*Doctoral dissertation*, Universidade de São Paulo).
- Hughes, G. (2016). Cerveja feita em casa: tudo sobre os ingredientes, os equipamentos e as técnicas para produzir a bebida em vários estilos. *São Paulo: Publifolha*.
- Lage, N. A. (2021). Análise e produção de cerveja artesanal do tipo IPA (India Pale Ale) (*Bachelor's thesis*, Universidade Tecnológica Federal do Paraná).
- Marcena, A. (2016). A saideira: breve história cultural da cerveja em Pernambuco. *Recife: Funcultura/Trempe Produções*. 118 p.
- Martins, V. M. R., & Rodrigues, M. A. (2015). Produção e tecnologia de cereais: processo de maltagem da cevada. *Livro de atas das Jornadas do Lúpulo e da Cerveja: novas oportunidades de negócio*, 37-51.
- Monção, F. P., Rigueira, J. P. S., de Sales, E. C. J., Leal, D. B., Silva, J. T., Leite, G. D. O., & de Alencar Chamone, J. M. (2018). Utilização De Fungos Em Forrageiras E Na Alimentação De Ruminantes. *Science And Animal Health*, 6(2), 173-187.
- Morado, R. (2017). Larousse da cerveja. *Alaúde Editorial*, 2017. 440 p.
- Muller, C. V., Guimaraes, B. P., & Ghesti, G. F. (2021). O controle oficial de uso de adjuntos em cerveja no Brasil. *Revista Processos Químicos*, 15(29).
- Munhoz, J. P., Paixão, D. L. D., Caldas, L. M., & Molteni, A. D. C. (2022). Rotas de bebidas e turismo cervejeiro: atratividade e caracterização das microcervejarias artesanais do Paraná-Brasil. *Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo*, 16.
- Neto, A. C. & Ratero, D. R. (2021). Produção de cerveja artesanal instantânea a partir da técnica de congelamento fracionário. *Revista Científica*, 1(1).
- Nunes, H. C. A. (2021). Leveduras não convencionais isoladas a partir de colmeia de abelhas sem ferrão e seu potencial fermentativo visando a produção de cerveja. (*Doctoral dissertation*, Universidade Federal do Amazonas).

- Rosa, A. M. E. B. (2021). Produção e avaliação de cerveja com baixo teor alcoólico utilizando banana como adjunto do malte (*Doctoral dissertation*, Universidade de São Paulo).
- Silva, C. G. F. & Júnior, J. B. L. (2021). Crescimento do mercado de cervejas artesanais no Brasil. *Revista Científica e-Locução*, 1(20), 20-20.
- Spósito, M. B., Ismael, R. V., Barbosa, C. M. D. A., & Tagliaferro, A. L. (2019). A cultura do lúpulo. *Piracicaba, SP: Esalq-Divisão de Biblioteca*.
- Strong, G. & England, K. (2015). Beer Judge Certification Program: 2015 style guidelines. *Brew. Assoc*, 47.
- Tadei, N. S., Silva, N. C., Iwase, C. H., & Rocha, L. O. (2020). Micotoxinas de *Fusarium* na produção de cerveja: características, toxicidade, incidência, legislação e estratégias de controle. *Scientia Agropecuaria*, 11(2), 247-256.
- Venturini Filho, W. G. (2021). Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia (Vol. 1). *Editora Blucher*.