

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS PATO BRANCO
CURSO DE QUÍMICA BACHARELADO**

ANDRESSA XAVIER FERREIRA LEFCHAK

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE CERVEJAS ARTESANAIS DO ESTILO PILSEN
PRODUZIDAS NA REGIÃO SUDOESTE DO ESTADO DO PARANÁ**

**PATO BRANCO
2022**

ANDRESSA XAVIER FERREIRA LEFCHAK

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE CERVEJAS ARTESANAIS DO ESTILO PILSEN
PRODUZIDAS NA REGIÃO SUDOESTE DO ESTADO DO PARANÁ**

**PHYSICOCHEMICAL EVALUATION OF PILSEN STYLE CRAFT BEERS
PRODUCED IN THE SOUTHWEST REGION OF THE STATE OF PARANÁ**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Química da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador(a): Leandro Zatta.

PATO BRANCO

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Pato Branco
Bacharelado em Química



TERMO DE APROVAÇÃO

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE CERVEJAS ARTESANAIS DO ESTILO PILSEN PRODUZIDAS NA REGIÃO SUDOESTE DO ESTADO DO PARANÁ

por

ANDRESSA XAVIER FERREIRA LEFCHAK

Este(a) Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado(a) 08 de dezembro de 2022 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Química. O(a) candidato(a) foi arguido(a) pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Leandro Zatta
Prof.(a) Orientador(a)

Mário A. A. da Cunha
Membro titular

Simone Beux
Membro titular

Nota: O Documento original e assinado pela Banca Examinadora encontra-se no SEI processo 23064.058789/2022-62 e documento 3140352.

Dedico este trabalho aos meus pais, por todo apoio,
confiança e carinho.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao meu orientador Prof. Leandro Zatta, por ter aceitado a ideia e teve a disponibilidade de participar desse trabalho, sem seus auxílios e orientações este projeto não seria possível.

Gostaria de agradecer aos meus pais, Marilene e Claudecir, que sempre me apoiaram nos estudos e nas escolhas tomadas, por sempre me incentivarem e compreenderem nos momentos difíceis, não existem palavras para descrever o quão precioso e fundamental foi o apoio e carinho incondicional recebido nesta fase.

Aos colegas Celly Yukari Watanabe e Yuri Cardoso Gentil, pelo auxílio, companheirismo e disponibilidade em vários momentos nesta jornada do curso, e também os amigos que sempre me apoiaram e ofereceram momentos de conforto. Aos demais colegas e a comunidade acadêmica da UTFPR que de alguma forma contribuíram na conclusão desse trabalho.

RESUMO

Motivado pelo crescimento do mercado cervejeiro, que vem sofrendo um processo de expansão significativo no Brasil, esse trabalho teve como objetivo analisar parâmetros físico-químicos de amostras de cervejas artesanais, do estilo pilsen, produzidas em cervejarias da região sudoeste do estado do Paraná. Todas as metodologias aplicadas foram seguindo parâmetros nacionais e internacionais de análises, como os métodos estabelecidos pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL), pela American Society of Brewing Chemists (ASBC), e Analytical European Brewerz Convention (EBC). São análises com grau de confiabilidade e estabelecidos como padrões para controle de qualidade nas cervejarias. As análises feitas incluíram pH, teor alcóolico, densidade, cor, amargor, extrato real, extrato primitivo, Polifenóis Totais e Proteínas. Diante dos resultados, observou-se que as cervejas artesanais possuem uma ampla variação das características entre si, as amostras apresentaram resultados dentro dos esperados pela legislação, como valores de pH, extrato primitivo e extrato real, mas apenas uma se enquadrou nos parâmetros exigidos para a definição de uma cerveja estilo pilsen.

Palavras-chave: cerveja; análises físico-químicos; cerveja artesanal; parâmetros de qualidade.

ABSTRACT

Motivated by the growth of the beer market, which has been undergoing a significant expansion process in Brazil, this work aimed to analyze physical-chemical parameters of samples of craft beers, Pilsen style, produced in breweries in the southwest region of the state of Paraná. All methodologies applied followed national and international analysis parameters, such as the methods established by the Instituto Adolfo Lutz (IAL), the American Society of Brewing Chemists (ASBC), and the Analytical European Brewerz Convention (EBC). These are analyzes with a degree of reliability and established as standards for quality control in breweries. Analyzes performed included pH, alcohol content, density, color, bitterness, real extract, primitive extract, Total Polyphenols and Proteins. In view of the results, it was observed that craft beers have a wide range of characteristics among themselves, the samples presented results within those expected by the legislation, such as pH values, primitive extract and real extract, but only one fit the parameters required for the definition of a lager style beer.

Keywords: beer; physical-chemical; craft beer; quality parameters.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1– Registro de Cervejarias por ano	15
Figura 2 - Registros de Estabelecimentos por Unidade de Federação.....	Erro!
Indicador não definido.	
Figura 3 - Fermentação Ale e Lager.....	20
Figura 4 - Resumo do Processo cervejeiro.....	22
Quadro 1 - Padrões Físico-químicos de potabilidade	17
Quadro 2- Composição média do grão de cevada e do malte.....	18
Quadro 3 - Parâmetros Físico-químicos da Cerveja.....	21
Quadro 4 – Classificação quanto ao tipo de cerveja.....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados de análises físico-químicas da cerveja: pH, teor alcoólico e densidade.....	28
Tabela 2- Resultados de análises físico-químicas da cerveja: cor, amargor e acidez total.....	29
Tabela 3- Resultados de análises físico-químicas da cerveja, extrato primitivo e extrato real	30
Tabela 4 - Resultados de análises físico-químicas da cerveja: polifenóis totais e proteínas.	32
Tabela 5 - Resultados de análises físico-químicas da cerveja	33

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVO	14
2.1	Objetivo Geral	14
2.2	Objetivos Específicos	14
3	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	15
3.1	Mercado Consumidor.....	15
3.2	Composição da Cerveja.....	16
3.2.1	Água	17
3.2.2	Malte.....	18
3.2.3	Lúpulo.....	19
3.2.4	Levedura	19
3.3	Controle de Identidade e Qualidade	20
3.4	Processo Cervejeiro	21
3.4.1	Brassagem	22
3.4.2	Fermentação	23
3.4.3	Maturação e Envase.....	23
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	24
4.1	Material.....	24
4.2	Análises Físico-químicas.....	24
4.2.1	pH.....	24
4.2.2	Teor Alcoólico.....	25
4.2.3	Densidade	25
4.2.5	Cor (EBC).....	25
4.2.6	Extrato Real.....	26
4.2.7	Extrato primitivo ou original	26
4.2.8	Amargor (IBU)	26
4.2.9	Polifenóis Totais	27
4.2.10	Proteínas	27
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
6	CONCLUSÃO	34
7	REFERÊNCIAS.....	35

1 INTRODUÇÃO

O consumo de bebidas alcoólicas é uma prática antiga da humanidade, entre elas está a cerveja, uma bebida fermentada produzida há séculos. A cerveja é consumida mundialmente, e atualmente, no Brasil o mercado cervejeiro vem acompanhando um processo de expansão significativo, onde, dentro de uma década, teve um aumento de mais de 1000 registros de cervejarias junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), órgão responsável por registrar, fiscalizar e monitorar as condições higiênico sanitárias dessas indústrias (ALVARENGA, 2021).

Junto a expansão desse mercado, surge a preocupação do empresário em ofertar produtos de boa qualidade para venda, bem como a exigência de consumir uma cerveja dentro dos padrões de qualidade necessários, os quais interferem diretamente na questão sensorial do produto, onde muitas das características estão fortemente ligadas às propriedades físico-químicas e microbiológicas do produto.

Pela legislação brasileira, a cerveja é o produto resultante da mistura e fermentação de quatro ingredientes principais, a água potável, o malte, a levedura e o lúpulo, sendo permitido ainda, a adição de adjuntos cervejeiros, onde a qualidade desses ingredientes impactam diretamente no tipo da cerveja (BRASIL, 1994).

Por se tratar de uma bebida para consumo humano, é necessário o cuidado em todas as etapas de fabricação, evitando possíveis contaminações e falhas que acarretem na inviabilização do produto para sua comercialização (SILVA, 2017).

Esse trabalho tem como objetivo analisar amostras de cerveja do tipo Pilsen fabricadas e comercializadas em cervejarias artesanais da região sudoeste do Estado do Paraná e avaliar suas características físico-químicas, como, pH, teor alcóolico, densidade, cor, amargor, extrato real, extrato primitivo, Polifenóis Totais e Proteínas, verificando se os produtos comercializados atendem os padrões exigidos e estão em conformidade com as informações de identidade e exigências da legislação brasileira, conforme estabelecido pelos órgãos competentes.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

Este trabalho teve como objetivo geral avaliar características físico-químicas de cervejas do tipo Pilsen produzidas e comercializadas em 6 cervejarias artesanais da região sudoeste do Estado do Paraná. As análises realizadas empregam métodos nacionais e internacionais comumente aplicados como controle de qualidade na indústria cervejeira.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar as características físico-químicas das amostras como, pH, teor alcoólico, densidade, cor, amargor, extrato real, extrato primitivo, Polifenóis Totais, Proteínas;
- Comparar a qualidade e o padrão de identidade das amostras;
- Verificar a conformidade das amostras de acordo com os padrões exigidos pelas especificações e características da cerveja e exigências da legislação brasileira.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Mercado Consumidor

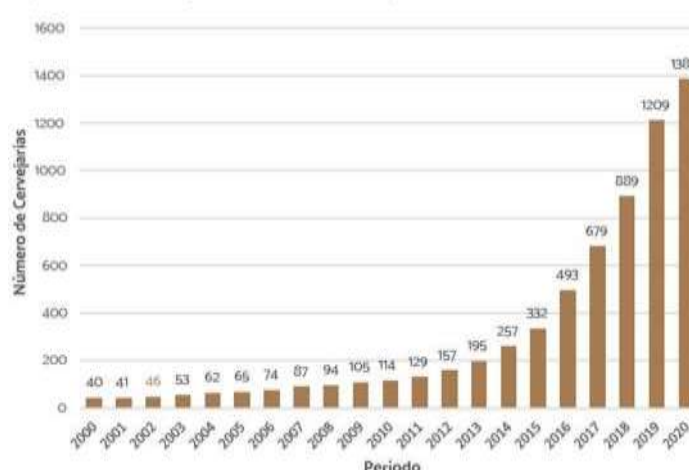
O consumo de bebidas alcoólicas é uma prática antiga da humanidade tendo um papel social, religioso e medicinal dentro da sociedade ao longo dos séculos. A cerveja é conhecida por várias civilizações tendo sua invenção atribuída aos sumérios e egípcios há mais de 6000 anos. Existem evidências que esses povos produziam bebidas fermentadas a partir de grão de baseadas no trigo e de na cevada (REINOLD, 1997).

Atualmente a produção de cerveja representa uma importante atividade econômica para diversos países, existindo uma grande variedade formulações.

O Brasil ocupa a terceira posição no que diz respeito a produção mundial de cerveja, possuindo uma cultura de consumo significativa entre os brasileiros. No ano de 2020 a média de consumo foi de 62,6 litros de cerveja ao ano por adulto (G1, 2021).

No Brasil, o segmento da indústria cervejeira vem ganhando destaque acompanhado de um processo de crescimento do mercado das cervejarias artesanais. Segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) o número de cervejarias artesanais passou de 114 no ano de 2010 para 1383 estabelecimentos registrados no ano de 2020. A Figura 1 representa o número de estabelecimentos desde 2000 até 2020 (MAPA, 2021; ALVARENGA, 2021).

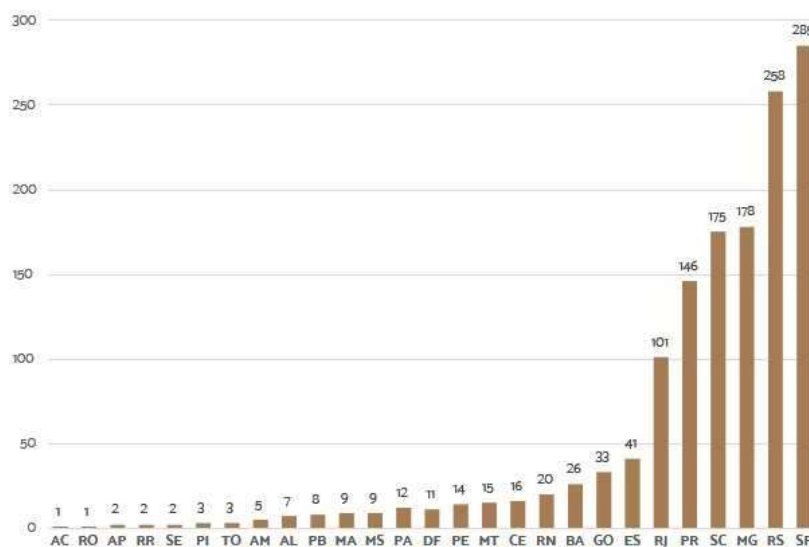
Figura 1– Registro de Cervejarias por ano.



Fonte: MAPA (2021)

Em 2020, todos os estados do país possuíam ao menos uma indústria de cerveja registrada no MAPA, sendo que as regiões sul e sudeste apresentam as maiores concentrações de cervejarias e o estado do Paraná ocupa a 5ª posição no número de registros deste tipo de estabelecimento, com 146 cervejarias, como demonstrado pela Figura 2 (MAPA, 2021).

Figura 2 - Registros de Estabelecimentos por Unidade de Federação.



Fonte: MAPA (2021)

A expansão desse setor leva a busca dos empresários a investir em produtos com alto padrão de qualidade para atrair consumidores interessados em apreciar uma bebida diferenciada e com boa aceitabilidade, fomentando o constante crescimento desse segmento do mercado (FILHO et al. 2021).

Para garantir um processo de elaboração e produção de uma cerveja de qualidade, as escolhas dos ingredientes são imprescindíveis, bem como um controle de qualidade e análises dos processos envolvidos na produção e do produto final.

3.2 Definição e Composição da Cerveja

A legislação brasileira define a cerveja como uma bebida resultante da fermentação do mosto oriundo do malte de cevada ou extrato de malte e água potável, por ação do fermento que é a levedura cervejeira, com adição de lúpulo ou extrato de lúpulo no produto. É permitida ainda a adição de adjuntos cervejeiros, que não devem exceder 45% da porcentagem de extrato primitivo. Consideram-se adjuntos

cervejeiros a cevada não malteada e os demais cereais malteados ou não-malteados aptos para o consumo humano como alimento (BRASIL, 2019).

Também são considerados adjuntos cervejeiros o mel e os ingredientes de origem vegetal, fontes de amido e de açúcares, aptos para o consumo humano como alimento, onde a quantidade máxima empregada desse conjunto de adjuntos definidos, deve ser menor ou igual a 25% em peso em relação ao extrato primitivo (BRASIL, 2019).

3.2.1 Água

A água é de extrema importância em todo processo cervejeiro, além de compor o produto, representando cerca de 90% a 95% do seu peso, ela está presente na higienização do ambiente, além de funcionar como trocadora de calor nos equipamentos.

Para ser utilizada na fabricação da cerveja, a água deve estar dentro dos parâmetros estabelecidos pela portaria do Ministério da Saúde GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, alguns desses parâmetros estão apresentados Quadro 1.

Quadro 1 - Padrões Físico-químicos de potabilidade.

Parâmetro	CAS	Unidade	VMP⁽¹⁾
Alumínio	7429-90-5	mg/L	0,2
Amônia (como N)	7664-41-7	mg/L	1,2
Cloreto	16887-00-6	mg/L	250
Dureza total		mg/L	300
Sólidos dissolvidos totais		mg/L	500
Sulfato	14808-79-8	mg/L	250
Turbidez ⁽³⁾		uT	5

(1) VMP – valor máximo permitido (2) uT – unidade de turbidez

Fonte: adaptado de BRASIL, (2021).

Algumas características e requisitos são importantes para a água cervejeira, como não apresentar dureza elevada, evitando assim possíveis incrustações nos equipamentos e linhas de transferência do produto; não deve ser turva e o pH pode variar conforme o tipo de cerveja a ser fabricado, sendo o seu controle uma etapa fundamental para assegurar um pH desejável na hora da mistura do malte durante a fervura do mosto, garantindo as características requeridas no tipo de cerveja fabricada (DRAGONE et al., 2007; ZUPPARDO, 2010).

3.2.2 Malte

O malte é o produto resultante da malteação da cevada (*Hordeum vulgare L.*), sendo obrigatório a identificação dos maltes oriundos de outros cereais.

A malteação é um processo artificial e controlado, onde ocorre a maceração e posterior germinação do grão da cevada sob condições controladas, como temperatura, umidade, níveis de oxigênio e dióxido de carbono, após essa germinação, ocorre a secagem e armazenamento do malte para posterior comercialização (ZUPPARDO, 2010; FERREIRA e BENKA, 2014). Esse processo altera a composição do grão do cereal, conforme descrito no Quadro 2.

Quadro 2 - Composição média do grão de cevada e do malte.

Características	Cevada	Malte
Massa do grão (mg)	32 – 36	29 - 33
Umidade (%)	10 – 14	4 - 6
Amido (%)	55 – 60	50 - 55
Açúcares (%)	0,5 – 1,0	8,0 – 10,0
Nitrogênio Total (%)	1,8 – 2,3	1,8 – 2,3
Nitrogênio Solúvel (% de N total)	10 – 12	35 – 50
Poder diastásico, °Lintner	50 – 60	100 – 120
α – amilase, unidades de dextrina	Traços	30 – 60
Atividade proteolítica	Traços	15 - 30

Fonte: AQUARONE et al. (1983).

Por comparação, a composição do grão de cevada antes e após a malteação observa-se um aumento significativo na porcentagem de açúcares, teores de alfa amilase e nitrogênio solúvel disponível.

De acordo com a legislação, é possível, além do uso de malte de cevada, adicionar adjuntos cervejeiros no preparo da cerveja. De acordo com a Instrução Normativa nº 65, de 10 de dezembro de 2019, do MAPA, os adjuntos cervejeiros são cereais malteados ou não-malteados aptos para o consumo humano, sendo o milho, arroz, trigo e a própria cevada cervejeira os mais empregados (BRASIL, 2019).

As adições excessivas de adjuntos cervejeiros podem derivar em um produto de baixa qualidade físico-química e sensorial, resultando em um produto de baixo custo.

3.2.3 Lúpulo

O lúpulo é um ingrediente indispensável da cerveja responsável pelas características organolépticas, como amargor e aroma característicos de cada estilo de cerveja. Também está associado a estabilidade do sabor e retenção de espuma do produto final (ROSA e AFONSO, 2014).

As flores femininas do lúpulo contêm o material resinoso denominado lupulina, neste, estão presentes as substâncias como os polifenóis e os óleos essenciais que são de interesse no processo cervejeiro. As formas de comercialização do lúpulo são a flor seca, em pellets ou o extrato (AQUARONE *et al.* 1983).

3.2.4 Levedura

As leveduras são fungos unicelulares, englobando mais de 600 espécies de microorganismos.

As leveduras utilizadas na produção da cerveja pertencem ao gênero *Saccharomyces*, são microrganismos anaeróbicos facultativos, onde na ausência de oxigênio, são responsáveis pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro, metabolizando os carboidratos fermentescíveis para produzir álcool e gás carbônico como produtos principais.

As duas espécies mais utilizadas são a *Saccharomyces uvarum* e *Saccharomyces cerevisiae*, essas leveduras também são chamadas de leveduras de baixa e alta fermentação, respectivamente. As cervejas tipo Ale são de alta e a tipolager de baixa fermentação. A Figura 3 destaca os dois tipos de cerveja.

Figura 3 - Fermentação Ale e Lager.



Fonte: SR. CERVEJEIRO, 2021.

A *Saccharomyces uvarum* é empregada na fabricação de cervejas do tipo lager, onde são empregadas temperaturas baixas entre 7 °C e 15 °C e tem por característica descender ao fundo do fermentador quando o processo de fermentação é iniciado, essa levedura atua de forma mais lenta resultando em uma cerveja menos densa e mais limpa, sensorialmente possui sabor seco.

Já a *Saccharomyces cerevisiae* é empregada na fabricação de cervejas tipo ale. A temperatura de fermentação está na faixa de 15 °C a 25 °C. A levedura flocula na superfície do fermentador durante a fermentação, é um processo mais rápido onde a cerveja final é densa e escura, também sendo responsável pelo sabor frutado e mais complexo (BREW, 2021).

3.3 Controle de Identidade e Qualidade

O MAPA é o órgão responsável pelo registro das cervejarias e também incumbido pela regulamentação e inspeção técnica das condições higiênico-sanitárias das indústrias cervejeiras.

A lei nº 8918, de 14 de julho de 1984, também conhecida como a Lei de Bebidas, classifica a cerveja quanto a diversos padrões, enquanto que a instrução Normativa nº 65, de 10 de dezembro de 2019, do MAPA, estabelece e define os parâmetros para identificação e qualidade dos produtos destinados ao consumo humano. Alguns desses parâmetros físico-químicos definidos apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 - Parâmetros Físico-químicos da Cerveja.

Parâmetros	Mínimo	Máximo
Graduação alcoólica, %v/v à 20°C, para cervejas (art. 2º)	0,5	54
Extrato primitivo Ep, % m/m (art. 7º, §1º)	5	-
Quantidades de adjuntos na cerveja em porcentagem de massa do Ep , em (% m/m)	-	45
Quantidades de adjuntos na cerveja puro malte	Ausente	
Corantes artificiais	Ausente	
Edulcorantes	Ausente	

Fonte: BRASIL (2019).

Além dos parâmetros físico-químicos, existem o parâmetro microbiológico, os quais devem obedecer às previsões contidas na resolução da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, RDC ANVISA nº 12/2001, onde as cervejas também não devem apresentar substâncias que possam causar danos à saúde dos seres humanos, bem como devem ser isentas de microrganismos patogênicos como coliformes (ANVISA, 2001).

3.4 Processo Cervejeiro

A produção de cerveja consiste em diversas etapas, que vão desde a preparação dos ingredientes até o condicionamento dos mesmos.

A fabricação consiste na conversão da fonte de amido, o malte e adjuntos, em um líquido açucarado denominado mosto, esse líquido é rico em monossacarídeos que é submetido a fermentação, por ação da levedura, os monossacarídeos presentes no mosto são metabolizados e convertidos em álcool e gás carbônico como produtos principais (GOMES e CAVALCANTE, 2021). A Figura 4 mostra um fluxograma resumido do processo cervejeiro.

Figura 4 - Resumo do Processo cervejeiro



Fonte: ROSA e AFONSO (2014).

3.4.1 Brassagem

A brasagem é a etapa que se inicia com a moagem do malte e dos ingredientes adjuntos, para que haja a ruptura da casca e liberação mais eficiente do material amiláceo.

Seguido da adição de água e posterior aquecimento para facilitar a mosturação, onde ocorre a transformação do amido em açúcares fermentescíveis pelas enzimas do malte, onde a temperatura não deve ultrapassar 72°C para não desnaturar essas enzimas, esse processo é chamado de sacarificação (ROSA e AFONSO, 2014).

Após o aquecimento, é indicado o aumento da temperatura de 72°C para 75°C, inativando assim as enzimas do malte. Após essa inativação é feita a filtração do líquido açucarado para separar as cascas do malte e dos adjuntos, resultando no mosto.

Inicia-se a fervura para a esterilização do mosto e a adição do lúpulo, onde o lúpulo é responsável pelo amargor e sabor da cerveja. Esta etapa dura entre 15 e 120 minutos, onde lúpulos de amargor permanecem em fervura sendo adicionados nos primeiros 60 minutos, e os de aroma, geralmente são adicionados no fim da fervura, faltando 15 minutos.

É necessário a adição do lúpulo para que ocorra a solubilização dos óleos essenciais presentes nesse ingrediente e a isomerização dos alfa-hidroxiácidos em isoalfa-hidroxiácidos. Essa isomerização é responsável pela regulação do amargor da

cerveja, pois os *cis/trans* alfa-hidroxiácidos são mais amargos e mais hidrossolúveis (DURELLO *et al.* 2019).

3.4.2 Fermentação

Finalizada à fervura, o processo de resfriamento é feito em trocadores de calor, entre 9 a 15 °C, seguido da introdução forçada e controlada de oxigênio (aeração) num primeiro momento para que as leveduras consigam aumentar o seu número de células, obtendo-se as condições ideais para que a levedura realize a fermentação do mosto (MEDRADES, 2022).

A fermentação pode ocorrer em fermentadores de variados tipos e tamanhos. Para que a levedura realize a fermentação alcoólica, o ambiente do fermentador, já deve estar na ausência de oxigênio.

Os carboidratos do mosto irão resultar tanto em álcool quanto em dióxido de carbono como produtos da presença de leveduras realizando a fermentação. O tempo da fermentação varia conforme o teor alcoólico desejado, os ingredientes e adjuntos utilizados, o tipo de levedura empregada para o tipo de cerveja desejado.

3.4.3 Maturação e Envase

O envase é necessário para que o produto final não tenha o contato com levedura morta e assim evitar sabores indesejados e acetaldeídos, que são prejudiciais à saúde. O condicionamento da cerveja pode ser em latas de alumínio, barris e garrafas de vidro (GOMES e CAVALCANTE, 2021).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

As amostras de cervejas foram coletadas diretamente nas cervejarias conforme elas são comercializadas, na forma de growlers. Foram coletadas 6 amostras todas de diferentes cervejarias da cidade de Pato Branco e Francisco Beltrão da região sudoeste do estado do Paraná.

4.2 Análises Físico-químicas

Para realizar as análises, as amostras de cerveja foram descarbonatadas, o gás carbônico (CO₂) foi removido das amostras por meio de agitação mecânica, onde cada amostra de cerveja foi transferida para um béquer de 500 mL e agitada até completa descarbonatação.

Para as análises físico-químicas, podem ser aplicados os métodos oficiais reconhecidos pelo MAPA. Outros métodos de análise também podem ser utilizados na fiscalização de bebida e sua matéria-prima, desde que reconhecidos pelo órgão fiscalizador competente.

Os métodos de análises aplicados para controle na indústria cervejeira são os métodos nacionais aprovados pelo Ministério da Agricultura, pecuária e Abastecimento (MAPA), são definidos pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL) e os métodos internacionais como os das normas American Society of Brewing Chemists (ASBC), e da Analytical European Brewers Convention (EBC). São análises com grau de confiabilidade e estabelecidos como padrões para controle de qualidade nas cervejarias.

Os parâmetros físico-químicos analisados foram pH, teor alcoólico, densidade, cor, amargor, extrato real, extrato primitivo, Polifenóis Totais e Proteínas. Todas as análises feitas em triplicata minimizando possíveis erros.

4.2.1 pH

A determinação de pH foi feita em equipamento de pHmetro de bancada micro processado DM-22 da marca DigiMed.

4.2.2 Teor Alcoólico

O teor alcoólico foi determinado pelo método de destilação conforme os “Métodos físico-químicos para análise de alimentos” do Instituto Adolf Lutz, este é o método oficial para definição do teor alcóolico, que envolve uma destilação prévia da bebida fermentada, com finalidade de separar os compostos voláteis e em seguida determinar a densidade desse destilado.

Foi transferido 250 mL de amostra de cerveja para um conjunto de destilação e recolhido aproximadamente 70% do volume inicial para a determinação da densidade relativa a 20 °C por picnômetro (IAL, 2004).

4.2.3 Densidade

Para definição da densidade das amostras foi utilizado um picnômetro. A metodologia da análise seguiu-se enxaguado com álcool e, posteriormente, com éter o picnômetro, seco naturalmente e pesado vazio. Em seguida, o picnômetro foi preenchido com água purificada, evitando-se a formação de bolhas sob temperatura de 20°C e a massa do conjunto registrada. O picnômetro foi seco e o procedimento anterior repetido com a amostra, novamente evitando a formação de bolhas (IAL, 2004).

A densidade foi calculada por meio da Equação 1:

$$\frac{M_2 - M_0}{M_1 - M_0} = \text{densidade} \quad (\text{Equação 1})$$

M_0 = massa do picnômetro vazio;

M_1 = massa do picnômetro com água purificada;

M_2 = massa do picnômetro com a amostra.

4.2.5 Cor (EBC)

Este parâmetro foi determinado pelo método espectrofotométrico usado como o método oficial de referência pela European Brewery Convention (EBC), ele é projetado para eliminar efeitos subjetivos atribuíveis ao olho humano.

A amostra foi filtrada com filtros de membrana 0,48 µm, a absorbância do filtrado resultante foi medida por espectrofotometria em uma célula retangular de vidro para amostras líquidas de 10 mm.

A cor, expressa em unidades EBC, foi calculada por conversão com um fator predefinido e já dado em leitura direta pelo espectrofotômetro utilizado, Spectroquant® Prove 100 da marca MERCK.

4.2.6 Extrato Real

O extrato real foi resultado da pesagem de resíduo seco de um volume de 25 mL da amostra, pipetado e transferido para uma cápsula de porcelana e submetida a secagem em estufa (100 ± 5) °C até completa evaporação. Após a cápsula de porcelana foi resfriada em dessecador e pesada (IAL, 2004).

A Equação 2 demonstra como o parâmetro foi calculado:

$$\frac{100 \times P}{V} = \text{Extrato Real \% } m/v \quad (\text{Equação 2})$$

P = massa do resíduo, em g

V = volume da amostra, em mL

4.2.7 Extrato primitivo ou original

O extrato primitivo das amostras foi obtido por meio de cálculo envolvendo os valores de teor alcoólico e extrato real segundo a fórmula de Balling (IAL, 2004), representada na equação 3.

$$\frac{[(P \times 2,066) + Er] \times 100}{[100 + (P \times 1,066)]} = \text{Extrato Primitivo em \% } m/m \quad (\text{Equação 3})$$

P = % de álcool em peso;

Er = % de extrato real.

4.2.8 Amargor (IBU)

O volume de 5 mL da amostra descarbonatada foi pipeta, adicionado 0,5 mL de solução de ácido clorídrico 6 mol L⁻¹ e 10 mL de isoctano P.A. adicionados à amostra.

A mistura foi mantida sob agitação por 15 min a 30 rpm. Em seguida a solução resultante centrifugada a 3000 rpm durante 3 min. O sobrenadante foi coletado e transferido para uma célula retangular de quartzo para amostras líquidas de 10 mm,

para análise espectrofotométrica com leitura da absorbância em 275 nm utilizando-se como o branco o isoctano P.A (Analytica EBC). O cálculo foi feito com a equação 5:

$$A_{275nm} \times 50 = Amargor (IBU) \quad \text{(Equação 5)}$$

A_{275nm} = Absorbância obtida em 275nm para amostra.

4.2.9 Polifenóis Totais

Em solução alcalina, os polifenóis reagem com íons de ferro(III) para formar complexos de ferro coloridos; a cor acastanhada resultante é medida pela técnica de espectrofotometria.

Um volume de 10 mL de cada amostra foi adicionado em um balão volumétrico de 25 mL, em seguida adicionados 8 mL de uma solução de ácido etilenodiaminotetracético de arboximetilcelulose (CMC-EDTA), posteriormente os volumes de 0,5 mL de solução de citrato de ferro (III) amoniacal e 0,5 mL de solução de amônia foram adicionados, completado com água e lida a absorbância após 10 minutos de repouso da solução (Analytica EBC). O resultado de polifenóis totais, expressa em mg L⁻¹ polifenóis totais, é calculada por conversão com um fator predefinido e já dado em leitura direta pelo espectrofotômetro utilizado, Spectroquant® Prove 100 da marca MERCK.

4.2.10 Proteínas

O método utilizado para definição de proteínas totais foi o método do Biureto, o qual é baseado na reação dos íons de Cu²⁺ com a proteína, formando complexos com bandas de absorção na região de 540 nm (ZAIA et al, 1998). Em tubos de ensaio foram adicionados a amostra diluída e 5,0 mL da solução do Reativo de Biureto, a solução foi deixada em repouso por 30 minutos e lida em espectrofotômetro utilizado, Spectroquant® Prove 100 da marca MERCK.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores apresentados abaixo foram encontrados utilizando a média dos resultados das triplicatas feitas para cada amostra, respeitando as metodologias empregadas.

A cerveja pilsen é uma cerveja que possui valores de pH aceitáveis na faixa de 4,0 e 5,0. Uma cerveja com valores de teor alcoólico que variam entre 2,0 e 4,5%, e densidade entre 1,007 a 1,022 (GOIANA, 2016). A Tabela 1 apresenta as médias obtidas nas determinações das análises de pH, teor alcoólico e densidade.

Tabela 1 - Resultados de análises físico-químicas da cerveja: pH, teor alcoólico e densidade

Análises	Amostras					
	1	2	3	4	5	6
Teor Alcoólico (% v/v)	6,70	6,40	5,40	3,60	4,75	4,80
Densidade	1,011	1,007	1,008	1,007	1,008	1,011

Fonte: Autoria Própria (2022).

O pH da cerveja é um parâmetro importante para indicar a estabilidade do produto final. Qualquer variação do pH, especialmente uma leitura muito baixa, pode, muitas vezes, indicar uma contaminação bacteriana. Se a leitura for muito alta, pode indicar a falta de fermentação ou a adição de algo alcalino na cerveja (HANNA, 2020).

Como pode ser observado na Tabela 1 foram encontrados diferentes níveis de pH, onde identificou-se que todas as amostras se encontram dentro das normas de regularização, variando entre 4,0 e 5,0. A amostra 3 foi a que indicou menor pH (4,40), a amostra 1 foi a que indicou maior pH sendo (4,83).

Em relação ao teor alcoólico apenas uma amostra ficou dentro das características esperadas de uma cerveja do tipo Pilsen, que seria uma cerveja com teor alcoólico entre 2,0 e 4,5%.

A amostra 4 apresentou um teor alcoólico de 3,60%, enquanto as outras amostras apresentaram valores entre 4,75% a 6,70%. Isso deve-se em maior parte por conta da forma de fabricação de uma cerveja artesanal, que acaba finalizando em um produto encorpado.

Todos os valores de densidade ficaram dentro do padrão esperado, é uma medida bastante utilizada dentro das cervejarias artesanais para definir o ponto final

da fermentação das cervejas, pois indica o consumo dos açúcares pela levedura durante o processo.

A Tabela 2 apresenta os valores obtidos para as análises de cor, amargor e das amostras de cerveja.

Tabela 2- Resultados de análises físico-químicas da cerveja: cor, amargor e acidez total.						
Análises	Amostras					
	1	2	3	4	5	6
Amargor (IBU)	23,48	16,43	11,39	15,13	10,79	14,10

Fonte: Autoria própria (2022).

A cerveja pilsen é uma cerveja clara, com valores abaixo de 20 unidades EBC, e possui características sensoriais mais amenas e delicadas (PEREIRA e MACHADO, 2020). A cor influencia na aceitação da cerveja entre os consumidores, pois cervejas mais escuras costumam indicar cervejas mais pesadas e encorpadas.

A amostra 1 foi a cerveja que apresentou valores de cor mais alto, sendo mais “escura” que as demais, enquanto que a amostra 6 seria a amostra mais translúcida dentre elas. O uso de malte mais tostado, resultado de temperaturas mais altas durante a secagem, influencia significativamente a cor da cerveja. Outros fatores que também podem estar relacionado as diferentes quantificações de cor pode ser a aplicação do processo de filtração, ou não, na etapa final de produção das cervejas artesanais.

Em relação as características sensoriais o IBU fornece informações em relação a intensidade do amargor, quanto maior o IBU, mais amarga é a cerveja.

Cervejas com menor IBU apresentam medida em torno de 10 a 15. Com 35 IBU a cerveja já apresenta realces de lúpulo no sabor (OPA BIER, 2015).

As amostras apresentaram resultados bem distintos em relação a esse parâmetro, sendo que a amostra 1 seria a cerveja tida como mais amarga sensorialmente, com o valor de 23,48 IBU e a amostra 5 a mais suave, com o valor de 10,79 de IBU.

Todas as amostras apresentaram valores de cor e amargor dentro do esperado, mas com variações entre si, isso deve-se as diferentes formulações que a cerveja artesanal tem, cada cervejaria emprega um tipo de malte e lúpulo em maior

ou menor quantidade em suas receitas gerando essa diferença e características únicas.

O uso de malte mais tostado, resultado de temperaturas mais altas durante a secagem, influencia significativamente a cor da cerveja. Outros fatores que também podem estar relacionado as diferentes quantificações de cor pode ser a aplicação do processo de filtração, ou não, na etapa final de produção das cervejas artesanais.

A Tabela 3 apresenta os resultados de extrato real e extrato primitivo das amostras, o extrato primitivo é tido como outro parâmetro que está ligado a formulação particular de cada cervejaria.

Tabela 3- Resultados de análises físico-químicas da cerveja, extrato primitivo e extrato real.

Análises	Amostras					
	1	2	3	4	5	6
Extrato Real (% m/V)	3,72	3,23	3,01	3,14	3,15	3,52

Fonte: Autoria própria (2022).

O extrato primitivo é uma medida da concentração (%m/m) de sólidos presentes no mosto antes do processo de fermentação, são esses sólidos os açúcares, dextrinas e proteínas (GUERREIRO, 2007). Está relacionado matematicamente com o resultado do extrato real obtido em relação ao teor alcoólico.

A determinação do extrato primitivo é usada para aproximar a quantidade de sólidos presentes no mosto que deram origem a cerveja analisada, também é essencial para classificar a cerveja quanto ao tipo, o Quadro 4 detalha os valores para cada caso:

Quadro 4 – Classificação quanto ao tipo de cerveja.

Classificação quanto ao Tipo da Cerveja	Valor mínimo (%m/m)	Valor máximo (%m/m)
Cerveja Leve	Maior ou igual que 5,0%	menor que 10,5%
Cerveja Normal ou Comum	Maior ou igual que 10,5%	menor que 12,0%
Cerveja Extra	Maior ou igual a 12,0%	Menor que 14,0%
Cerveja Forte	Maior que 14,0%	

Fonte: adaptado de BRASIL, 2001.

Com base nos resultados das análises a maior parte das cervejas analisadas, amostras 3, 5 e 6, enquadram-se na classificação de cervejas do tipo extra, as amostras 1 e 2 são tidas como cervejas fortes e a amostra 4 como uma cerveja normal ou comum.

Os valores de extrato também se devem à conversão dos açúcares fermentescíveis obtidos na etapa de mosturação em etanol e gás carbônico, após a fermentação.

Outro dado que deve ser observado é o teor alcoólico, pois quanto maior a porcentagem de álcool presente na amostra, igualmente o extrato primitivo é mais elevado, ou ao contrário. Destaca-se o caso da amostra 1, com maior valor de extrato primitivo, 16,39% (m/m) apresentou teor alcoólico de 6,70%, já a amostra 4, que possui o menor valor de extrato primitivo, 10,18% (m/m), é também a amostra de menor valor de teor alcoólico 3,60%.

O extrato real indica a quantidade de açúcares, as dextrinas e proteínas restantes na cerveja depois da fermentação. Esta medida está relacionada com o corpo da bebida, ou seja, a responsável pela sensação da bebida ser encorpada ou mais diluída pois, quanto mais compostos permanecerem contidos na cerveja após a evaporação da água, mais encorpadas elas serão consideradas. De acordo com a literatura, em cervejas, os valores de extrato real devem estar entre 2,0 e 7,0%, e valores acima de 3,0% determinam uma cerveja de boa qualidade para esse parâmetro (MORAES, 2020).

As cervejas analisadas ficaram dentro da faixa esperada e com o valor de extrato real necessário para ser considerada uma cerveja encorpada, a amostra 3 apresentou o menor valor de extrato real, 3,01% (m/v), o que também está relacionado com um valor de cor obtido mais baixo, 5,7 unidades de EBC, pois apresentou poucos sólidos no produto final.

A Tabela 4, apresenta os resultados para as análises de polifenóis totais e proteínas.

Tabela 4 - Resultados de análises físico-químicas da cerveja: polifenóis totais e proteínas.

Análises	Amostras					
	1	2	3	4	5	6
Proteínas (mg L⁻¹)	427,00	420,00	312,00	389,00	289,00	205,00

Fonte: Autoria própria (2022).

Dependendo da forma de processamento da cerveja, os compostos fenólicos são transferidos do malte e do lúpulo para a cerveja em quantidades variáveis. Dependendo de sua estrutura e tamanho molecular, eles exercem forte influência em várias características da cerveja, como cor, sabor, estabilidade do sabor, espuma e estabilidade físico-químicas (MANUAL, 2017).

Podem ser encontrados em várias concentrações em diferentes estilos de cerveja, os valores padrão para cerveja variam entre 150,00 e 200,00 mg L⁻¹ de polifenóis totais, sendo que as cervejas do estilo Pilsen devem apresentar um teor menor de polifenóis (HABSCHIED et al, 2020). Condições desfavoráveis, e um alto teor de compostos polimerizáveis podem resultar em subprodutos que precipitam proteínas com efeitos indesejáveis no sabor, sendo esse um indicador de qualidade importante no produto final.

As amostras em sua maioria mostraram-se dentro dos padrões desejados ou abaixo, exceto a amostra 2, que apresentou uma quantidade bastante elevada de compostos fenólicos, 289,66 mg L⁻¹ de polifenóis totais. Esse resultado pode indicar uma falha na cerveja que pode passar a ser percebida pelo paladar durante o seu consumo, esse excesso de polifenóis traz a sensação de adstringência no paladar.

As proteínas presentes na cerveja são derivadas quase que exclusivamente dos grãos de malte, extraídos durante o processo de produção da cerveja, a quantidade de proteínas tem efeito nas características de corpo e sabor, bem como na estabilidade coloidal e da espuma (DEVOLLI et al, 2018). Uma quantidade muito alta de proteínas pode levar à opacidade e uma quantidade muito baixa de proteínas prejudica a estabilidade da espuma (OLIVEIRA et al, 2017).

A cerveja contém aproximadamente 500 mg L⁻¹ de proteínas (USDA, 2005), todas as amostras ficaram com os valores abaixo, sendo, a amostra 6, a com menor teor proteico 205,00 mg L⁻¹.

Tabela 5 - Resultados de análises físico-químicas da cerveja

Análises	Amostras					
	1	2	3	4	5	6
pH	4,83	4,68	4,40	4,68	4,63	4,48
Teor Alcoólico (% v/v)	6,70	6,40	5,40	3,60	4,75	4,80
Densidade	1,011	1,007	1,008	1,007	1,008	1,011
Cor (EBC)	10,2	9,2	5,7	7,1	9,1	6,2
Amargor (IBU)	23,48	16,43	11,39	15,13	10,79	14,10
Extrato Primitivo (% m/m)	16,39	15,40	13,36	10,18	12,34	12,77
Extrato Real (% m/V)	3,72	3,23	3,01	3,14	3,15	3,52
Polifenóis Totais (mg/L polifenóis totais)	168,33	289,66	119,00	99,66	181,25	190,75
Proteínas (mg/L)	427,00	420,00	312,00	389,00	289,00	205,00

Fonte: Autoria própria (2022).

Diante de todos os resultados obtidos, apresentados na Tabela 5, a cerveja de amostra 4 foi a que mais assemelhou-se aos parâmetros exigidos para a definição de uma cerveja estilo pilsen.

CONCLUSÃO

O Brasil é um dos maiores fabricantes de cerveja no mundo, por isso a importância de melhores protocolos para obtenção, caracterização e controle do produto final. Indicadores de qualidade são importantes para os consumidores e devem manter a qualidade constante em cada lote, pois revelam muito sobre o estilo da cerveja, principalmente a cor e amargor, que são características visíveis e sensoriais.

Os resultados das análises evidenciaram valores de pH e densidade dentro dos padrões esperados para cervejas comerciais. O teor alcoólico foi determinado em todas as amostras de cerveja e estavam, na sua maioria, acima do esperado para o estilo da cerveja pilsen, exceto a amostra 4 que apresentou valores dentro da faixa.

As cervejas artesanais destacaram-se com valores de extrato primitivo altos, isso deve-se ao processo produtivo e composição particular de cada cervejaria. O extrato real manteve-se dentro do esperado e exigido para uma cerveja ser considerada boa quanto ao corpo da bebida. Os valores obtidos para cor e amargor também apresentaram resultados satisfatórios quanto à qualidade esperada para uma cerveja pilsen.

A análise físico-química de polifenóis totais alcançou um resultado acima do descrito por outros autores, sendo a amostra 2, esse não é um parâmetro que possui valores estabelecidos pela legislação, mas acaba sendo um interferente na qualidade sensorial do produto como descrito na literatura.

As análises realizadas demonstram que a produção de uma cerveja pilsen artesanal acaba finalizando em um produto exclusivo e único para cada cervejaria, onde houve uma variação perceptiva nos resultados de cada análise físico-química. Apesar das outras amostras mostraram-se dentro dos padrões exigidos pela legislação, a amostra 4 foi a que apresentou os valores dentro da faixa esperada para caracterização de uma pilsen. As diferentes características das cervejas analisadas, contribuem para as propriedades originais do sabor de um produto artesanal, e são influenciadas pelo uso de matérias-primas específicas, cepas de levedura e procedimentos técnicos particulares.

A realização de uma análise sensorial seria importante para futuros experimentos, pois é possível uma obtenção melhor de resultados qualitativos quanto à preferência de cervejas produzidas nas cervejarias artesanais da região.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, D. Consumo de cerveja 'migra' para dentro de casa e volume de vendas no Brasil é o maior desde 2014. **G1, Economia**, 2021. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/2021/05/23/consumo-de-cerveja-migra-para-dentro-de-casa-e-volume-de-vendas-no-brasil-e-o-maior-desde-2014.ghtml>>. Acesso em: 12 Novembro 2021.

ALVEZ, L. M. F. **Análise físico-química de cervejas tipo pilsen comercializadas em Campina Grande na Paraíba**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de ciências e Tecnologia, Campina Grande, 2014.

ANALYTICA EBC – EBC Analysis Committee. Disponível em: <<http://www.analytica-ebc.com/index.php?mod=contents&scat=16>>. Acesso em 24 de Novembro de 2021.

ANVISA. AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução-RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001**. Ministério da Saúde. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2001/res0012_02_01_2001.html>

AQUARONE, E.; BORZANI, W.; LIMA, U. D. A. **Alimentos e Bebidas produzidos por Fermentação**. São Paulo: Edgar Blucher Ltda., v. 5, 1983.

BRASIL. **PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>

BRASIL. **Instrução Normativa nº 65, de 10 de dezembro de 2019**. Estabelece os padrões de identidade e qualidade para os produtos de cervejaria. Diário Oficial da União. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-65-de-10-de-dezembro-de-2019-232666262>>

BRASIL. **Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994**. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de registro, de bebidas, bebidas, autoriza a criação da Comissão Intersetorial de Bebidas e dá outras providências. Brasília: Casa Civil, 1994. Disponível em: <<https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=LEI&numero=8918&ano=1994&ato=f40UzZE50dJpWTcb9>>

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. **Instrução Normativa nº 54, de 5 de novembro de 2001**. Estabelece a identidade e qualidade dos produtos de cervejaria destinados ao consumo humano. Diário Oficial da União, Brasília, 6 nov. 2001.

BREW, C. Levedura para cerveja: entenda sua função no processo, 2021. Disponível em: <<https://centralbrew.com.br/blog/levedura-para-cerveja-entenda-a-sua-funcao-no-processo/>>. Acesso em: 21 Nov. 2021.

DEVOLLI, A; DARA, FREDERIK; STAFASANI, M.; SHAHINASI E. The Influence of Protein Content on Beer Quality and Colloidal Stability. **International Journal of Innovative Approaches in Agricultural Research**. Vol. 2 (4), p. 391-407, 2018.

DRAGONE, G.; MUSSATI, S.I.; SILVA, J.B.A. Utilização de mostos concentrados na produção de cervejas pelo processo contínuo: novas tendências para o aumento da produtividade. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n. 27, p. 37-40, 2007.

DURELLO, R. S.; SILVA, L. M.; BOGUSZ JR., S. Química do Lúpulo. **Química Nova**, v. 42, p. 900 - 919, 11 Set. 2019.

FERREIRA, A. S.; BENKA, C. L. **Produção de cerveja artesanal a partir de malte germinado pelo método convencional e tempo reduzido de germinação**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2014.

FILHO, J. M.; SILVA, M. E. D.; GAIÃO, B. F. S. Subprocessos de Engajamento em cultura de consumo de cervejas artesanais. **Revista Eletrônica de Administração (REAd)**, Porto Alegre, 13 Abril 2021. 547 - 578.

G1. Número de cervejarias no Brasil cresce 14,4% em 2020 e passa de 1,3mil. **G1 - Agro**, 2021. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2021/04/30/numero-de-cervejarias-no-brasil-cresce-144percent-em-2020-e-passa-de-13-mil.ghtml>>. Acesso em: 12 Nov. 2021.

GOIANA, M. L. et all. Análises Físico-Químicas de Cervejas Artesanais Pale Ale Comercializadas em Fortaleza, Ceará. XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Alimentação: a árvore que sustenta a vida. Gramado-RS, 2016.

GOMES, A. C.; CAVALCANTE, A. J. Produção de Cerveja: Etapas, Características e a Química da cerveja. **PeQ Engenharia Jr.**, 19 Jun. 2021. Disponível em: <<https://peqengenhariajr.com.br/processo-de-producao-de-cerveja/>>. Acesso em: 1 Dez. 2021.

GUERREIRO, Lilian Produção de cerveja. **Dossiê Técnico**. Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro – REDETEC. 1 mar. 200.

HANNA® instruments (HANNA® instruments Brasil Exp. E Imp. LTDA.) A Importância do pH na fabricação de cerveja. 14, jan. 2020. **HANNA® instruments**

Disponível em: <https://hannainst.com.br/a-importancia-do-ph-na-fabricacao-de-cerveja/>. Acesso em: 23 nov. 2022.

HABSCHIED, K; LONCARIC, A; MASTANJEVIC, K. Screening of Polyphenols and Antioxidative Activity in Industrial Beers. **Foods** **2020**, **9**, **238**. Fev. 2020.

IAL. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo, 2004.

MANUAL Analysis Methods for the Brewery Industry.. Massachusetts: EMD Millipore Corporation, 2017.

MAPA. **Anuário da Cerveja 2020**. Brasília: [s.n.], 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/com-crescimento-de-14-4-em-2020-numero-de-cervejarias-registradas-no-brasil-passa-de-1-3-mil/anuariocerveja2.pdf>>.

MEDRADES, J. P. Aeração na produção da cerveja: como o oxigênio é importante para a fermentação. **Revista Blog do Profissão Biotec**, v.9, 2022. Disponível em: <<https://profissaobiotec.com.br/aeracao-na-producao-de-cerveja-como-oxigenio-e-importante-para-a-fermentacao/>>

MORAES, J.C.B.; **Cerveja artesanal com teor alcoólico reduzido e alta concentração de carboidratos**. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista. 2020.

OLIVEIRA, H. C; FILHO, J. C. E. C.; ROCHA, J.C.; NÚÑEZ, E.G.F. Rapid monitoring of beer-quality attributes based on UV-Vis spectral data. **International Journal of Food Properties**, vol. 20, n0 s2. 20, jul. 2017.

OPA BIER. IBU: Saiba tudo sobre a escala do amargor da cerveja. 2015 Disponível em: <https://opabier.com.br/blog/ibu-saiba-tudo-sobre-escala-amargor-da-cerveja/>. Acesso em: 3 nov. 2022.

PEREIRA, F.; MACHADO LEITÃO, A. AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE CERVEJAS TIPO PILSEN, DE DIFERENTES GRUPOS CERVEJEIROS, COMERCIALIZADAS EM ITAQUI / RS. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 8, n. 2, 28 fev. 2020.

REINOLD, M. R. **Manual Prático de Cervejaria**. 1ª. ed. São Paulo: ADEN Editora e Comunicações Ltda., 1997.

ROSA, N. A.; AFONSO, J. C. Química da Cerveja. **Química Nova**, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 98 - 105, Junho 2014.

SILVA, A. S. **Contaminantes Microbianos no processo de produção de cerveja**. 2017. Dissertação de Pós-graduação (Especialista em Microbiologia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

SR. CERVEJEIRO. Cerveja Ale e Lager. Disponível em: <https://srcervejeiro.pt/cerveja-ale-e-lager/>. Acesso em: 25 out. 2021.

USDA (U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE). 2005. Alcoholic beverage, beer, regular, all. Disponível em: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/168746/nutrients>. Acesso em: 28 nov. 2022.

ZAIA, C.T.B.; ZAIA, D.A.M.; LICHTIG, J. Determinação de proteínas totais via espectrofotometria: vantagens e desvantagens dos métodos existentes. **Química Nova**, São Paulo, v. 21, p. 787 - 793. Nov. 1998.

ZUPPARDO, B. **Uso da goma Oenogum para a estabilização coloidal e de espuma em cerveja**. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2010.