



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE CERVEJA *AMERICAN LAGER* MATURADA COM
PIMENTA ROSA (AROEIRA)

Gabriela Porpino Mafra

NATAL/RN

2018

GABRIELA PORPINO MAFRA

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE CERVEJA *AMERICAN LAGER* MATURADA COM
PIMENTA ROSA (AROEIRA)

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Universidade
Federal do Rio Grande do Norte –
UFRN, como parte dos requisitos
para a obtenção do título de
Engenheiro Químico.

Orientadora: Prof. Dra. Magna
Angélica dos Santos Bezerra
Sousa

Co-orientadora: Msc. Jéssica
Maria Damião de Arruda Câmara

DEDICATÓRIA

Este trabalho é inteiramente dedicado a todos os amigos que se fizeram presentes durante meu curso de graduação pela convivência diária, tornando a rotina mais leve e prazerosa.

Dedico, sobretudo, aos meus pais, pelo apoio incondicional e pela educação fornecida e por serem referências de sucesso profissional a partir de muita dedicação e trabalho duro para atingir resultados por meritocracia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, aos meus pais, pelo amor incondicional e por todo o suporte durante a árdua jornada.

Aos meus queridos amigos Maria de Pontes, Bruno Henrique, Raissa Alecrim, Priscilla Coutinho, Liliana Azevedo, Caroline Vianello e Nathália Louise pelo suporte e compreensão.

Aos meus queridos amigos Laíze Dantas, Leila Cabral, Severino Mosinho, Aliciane Maia e Maria Clara Mendes por terem sido grandes companheiros durante a graduação, tornando-a mais leve.

A Flaviana Dantas e Joannes Dantas por toda positividade e apoio.

Ao CNPq, pela oportunidade de participar do programa Ciências sem Fronteiras na Inglaterra por dez meses e à University of Birmingham, por me receber com tamanha dedicação e suporte em dois períodos letivos de tamanha importância acadêmica.

A professora Dra. Maria de Fátima Dantas de Medeiros, por ter me dado a primeira oportunidade de me desenvolver cientificamente em pesquisas laboratoriais.

A Fábio Macedo, por tamanha ajuda laboratorial no desenvolvimento desse estudo.

A Msc. Jéssica Câmara e à professora Dra. Magna Angélica dos Santos Bezerra Sousa por acreditarem no meu potencial, com todo o auxílio fornecido na orientação acadêmica.

EPÍGRAFE

"Um bebedor de cerveja que se reconheça como tal é, antes de tudo, um homem ou uma mulher que não deseja embriagar-se – se o quisesse, poderia dar-se a bebidas dez ou mais vezes mais fortes do ponto de vista alcóolico, para igual quantidade de líquido. Assim, o que ele ou ela quer mesmo é ter o prazer, a alegria, a satisfação, o encantamento que só a cerveja pode propiciar-lhe."

Antonio Houaiss (1915-1999)

RESUMO

A cerveja é uma bebida alcóolica obtida pela fermentação alcóolica do mosto cervejeiro originada do malte da cevada e água, com ação de leveduras e adição de lúpulo. O objetivo deste trabalho foi avaliar os parâmetros físico-químicos de duas cervejas *american lager*, sendo uma artesanal maturada com pimenta rosa (aroeira) e uma industrializada em função da legislação vigente. As análises foram: densidade relativa, teor alcóolico, acidez total, extrato seco total, sólidos solúveis, grau plato, pH, grau sacarométrico, grau de fermentação, colorimetria e turbidez. Os resultados obtidos verificaram que ambas estão em conformidade para densidade, pH, grau sacarométrico, cor e turbidez. Para a acidez total, a artesanal apresentou um valor acima do recomendado. Em termos de teor alcóolico, a artesanal está em conformidade com seu rótulo, porém a industrializada obteve um grande desvio para o que informa visualmente ao consumidor. Por último, a avaliação do grau de fermentação de uma cerveja em função da metodologia e da legislação vigentes mostrou-se inconclusiva por essas únicas frentes de análise.

PALAVRAS-CHAVE: Cerveja. Análises físico-químicas. *Lager*. Aroeira.

ABSTRACT

Beer is an alcoholic beverage obtained by the alcoholic fermentation of brewer's must originated from barley malt and water, with yeast action and addition of hops. The objective of this study was to evaluate the physical and chemical parameters of two *american lager* beers, one craft with pink pepper (aroeira) and one industrialized and make comparisons according to the current legislation. The analyzes were: relative density, alcohol content, total acidity, total dry extract, soluble solids, plato grade, pH, saccharometric degree, degree of fermentation, colorimetry and turbidity. The obtained results verified that both are in compliance for density, pH, saccharometric grade, color and turbidity. For total acidity, the craft one presented a value above the recommended. In terms of alcoholic content, the craft beer was in conformity with its label, but the industrialized one has obtained a great deviation for which it informs visually to the consumer. Finally, the evaluation of the degree of fermentation of a beer according to the current methodology and legislation proved to be inconclusive by these single fronts of analysis.

KEY WORDS: Beer. Physical-chemical analyzes. *Lager*. Aroeira.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Aroma do malte e suas notas | 18 |
| Figura 2 - Escala de cores de cervejas | 18 |
| Figura 3 - Flor de lúpulo..... | 19 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Parâmetros de água de boa qualidade para produção de cerveja..... | 16 |
| Tabela 2 - Composição do grão e do malte de cevada | 17 |
| Tabela 3 - Formas, vantagens e desvantagens do lúpulo..... | 20 |
| Tabela 4 - Classificação das cervejas conforme extrato primitivo..... | 22 |
| Tabela 5 - Classificação das cervejas conforme coloração | 23 |
| Tabela 6 - Temperatura e pH de atuação das enzimas | 25 |
| Tabela 7- Resultados das análises físico-químicas..... | 36 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 12 |
| 2 | OBJETIVOS | 13 |
| 2.1 | OBJETIVO GERAL | 13 |
| 2.2 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 13 |
| 3 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 14 |
| 3.1 | DEFINIÇÃO DE CERVEJA | 14 |
| 3.2 | HISTÓRIA DA CERVEJA | 14 |
| 3.3 | A LEI DA PUREZA ALEMÃ (<i>REINHEITSGEBOT</i>) | 15 |
| 3.4 | MATÉRIA-PRIMA | 15 |
| 3.4.1 | Água | 15 |
| 3.4.2 | Malte | 16 |
| 3.4.3 | Lúpulo | 18 |
| 3.4.4 | Levedura | 21 |
| 3.4.5 | Adjuntos | 21 |
| 3.5 | CLASSIFICAÇÃO DAS CERVEJAS | 22 |
| 3.5.1 | Quanto ao extrato primitivo | 22 |
| 3.5.2 | Quanto à cor | 23 |
| 3.5.3 | Quanto ao teor alcoólico | 23 |
| 3.5.4 | Quanto à proporção de malte de cevada | 23 |
| 3.5.5 | Quanto à fermentação | 24 |
| 3.6 | PROCESSO PRODUTIVO | 24 |
| 3.6.1 | Moagem | 24 |
| 3.6.2 | Mosturação | 25 |
| 3.6.3 | Filtração do mosto | 26 |
| 3.6.4 | Fervura do mosto | 26 |
| 3.6.5 | Resfriamento do mosto | 26 |
| 3.6.6 | Fermentação | 27 |
| 3.6.7 | Maturação | 27 |
| 3.6.8 | Clarificação | 28 |
| 3.6.9 | Envase | 28 |
| 4 | MATERIAIS E MÉTODOS | 29 |

| | | |
|--------|---|----|
| 4.1 | ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS | 29 |
| 4.1.1 | Determinação da densidade relativa | 29 |
| 4.1.2 | Determinação do teor alcólico por ebulliometria | 30 |
| 4.1.3 | Determinação da acidez total titulável | 31 |
| 4.1.4 | Determinação do extrato seco total | 32 |
| 4.1.5 | Determinação de sólidos solúveis (° Bx) e grau plato (° P) | 33 |
| 4.1.6 | Determinação do pH | 33 |
| 4.1.7 | Grau sacarométrico | 34 |
| 4.1.8 | Grau de fermentação | 34 |
| 4.1.9 | Colorimetria | 34 |
| 4.1.10 | Turbidez | 35 |
| 5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES | 36 |
| 6 | CONCLUSÕES | 39 |
| | REFERÊNCIAS | 40 |

1 INTRODUÇÃO

Estima-se que existam mais de 20 mil tipos de formulações de cervejas, cuja variedade é obtida a partir de mudanças nos parâmetros da fabricação da bebida, como o tempo e a temperatura das etapas de mosturação, fermentação, maturação, e o uso de ingredientes sofisticados como trigo, milho, centeio, arroz, mel, mandioca, frutas, etc (SOARES, 2011).

Apesar de o Brasil estar enfrentando uma crise econômica, o setor de cervejas artesanais ganhou 91 novas fábricas apenas no primeiro semestre de 2017, com crescimento registrado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), totalizando 610, sendo 83% delas concentradas nas regiões Sul e Sudeste.

O consumidor, que antes era acostumado a beber apenas rótulos comerciais, vem descobrindo que os sabores possíveis são inimagináveis. A conscientização sobre a degustação das bebidas regionais tem contribuído, inclusive, para a cultura gastronômica local.

Com isso, os fabricantes estão estimulados a produzir e disponibilizar novas variações da bebida no mercado (SOARES, 2011). Um fato que confirma isso, segundo Alvarenga (2018) é o crescimento no número de fábricas de cerveja registradas, que cresceu 38% de 2016 para 2017, conforme relatório do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) publicado em Março de 2018.

Essa situação é a válvula de expansão que as cervejarias artesanais precisam para ganhar maior *market share*: um consumidor com paladar aberto às inovações. Segundo Nelson Jamel, (Engarrafador Moderno, 2015), a cerveja especial surgiu da necessidade do consumidor por um produto diferenciado, fugindo dos produtos em massa. A união com a gastronomia também contribui para esse crescimento, dado que os cursos de *sommeliers* de cerveja têm se espalhado pelo país, além do fato de os restaurantes estarem começando a despertar para a elaboração de cartas de cervejas especiais. Nesse cenário, as microcervejarias têm mais flexibilidade e agilidade para lançar novos produtos, acompanhando o desejo do mercado.

Para o segmento da cervejaria norte-riograndense, escolheu-se como foco de estudo uma cerveja maturada com pimenta rosa correspondente ao estilo American Lager, o mais consumido do mundo, cujas características principais são pouco aroma de malte de lúpulo e levedura, com coloração amarelo claro, transparente e com espuma branca. A pimenta rosa (aroeira), um dos símbolos naturais da Caatinga, é capaz de conferir à bebida notas florais à leveza do estilo que, somada à picância, resulta em uma refrescância final persistente.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste estudo consiste em estudar as propriedades físico-químicas de uma cerveja do estilo American Lager, produzida em uma microcervejaria de Mossoró/RN. Esta cerveja utiliza em sua produção a pimenta rosa (aroeira) e será comparada a um dos rótulos mais consumidos nacionalmente, do mesmo estilo, porém sem adjuntos em sua fabricação. Por fim, será avaliada a conformidade com as normas vigentes.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos referem-se às análises, comparação com a literatura existente e com a legislação, dos seguintes parâmetros relacionados à qualidade: densidade relativa, teor alcoólico, acidez total, extrato seco total, sólidos solúveis, grau Brix, grau Plato, pH, grau sacarométrico, grau de fermentação, cor e turbidez.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 DEFINIÇÃO DE CERVEJA

Em concordância com o Decreto Número 6.871 de 04 de Junho de 2009, a cerveja é “uma bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro originado a partir do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo.”

3.2 HISTÓRIA DA CERVEJA

Entre todos os tipos de bebidas fermentadas e destiladas conhecidas atualmente, a cerveja é a bebida alcoólica mais antiga (BEAUMONT, 2016). As mais antigas evidências sobre bebidas fermentadas foram encontradas no território que hoje corresponde ao Iraque, antiga Mesopotâmia, onde as escavações arqueológicas continham potes com resquícios de bebida fermentada a partir de cereais, estimadas de 5000 a.C. Além do valor histórico, esses achados têm grande importância não só para determinar as origens da cerveja, mas para esclarecer as origens antropológicas da bebida (MORADO, 2017).

No Egito antigo, a produção de cerveja era um grande negócio em virtude de sua comercialização ao longo do rio Nilo. A receita gerada financiava guerras e era utilizada como forma de pagamento. Havia, inclusive, uma hierarquia rígida que determinava quem podia beber cada tipo de cerveja, e as melhores eram reservados para os faraós e suas famílias e servidas em suas festas (MORADO, 2017).

Conforme o *sommelier* de cervejas Merlo (2015), no período do Império Romano, a cerveja continuou a ser fabricada e cada vez mais consumida, mesmo possuindo menor popularidade que o vinho.

Ao longo dos anos, o processo de urbanização favoreceu a concentração do seu público consumidor. Isso ajudou na criação de negócios especializados em cerveja, de modo que a produção caseira e artesanal, antes sem fins lucrativos, aumentou de escala e começou a visar o lucro. Paralelamente, o desenvolvimento da ciência permitiu que as cervejarias caminhassem em direção ao status industrial, sobretudo a partir da descrição do metabolismo da levedura, do desenvolvimento do termômetro e do refrigerador e da introdução da pasteurização.

3.3 A LEI DA PUREZA ALEMÃ (*REINHEITSGEBOT*)

A lei da Pureza alemã, de Abril de 1516, regulamentava que a cerveja somente poderia conter água, malte, lúpulo e levedura (fermento). Este último, por sua vez, foi incluído nesta lei algum tempo mais tarde, uma vez que ainda não era conhecido.

Ela foi considerada uma das mais antigas leis de regulamentação de defesa do consumidor, uma vez que protegia a cerveja de conter aditivos ou componentes estranhos ou exóticos à época. A intenção não era somente assegurar a qualidade da cerveja, mas também controlar o preço, pois limitava a criatividade dos produtores ao mesmo tempo em que garantia a não utilização de grãos mais valiosos da época na fabricação da cerveja em vez do pão (MORADO, 2017).

Atualmente, muitas cervejarias apelam à *reinheitsgebot* como símbolo de qualidade e pureza em seus rótulos e nas suas estratégias de *marketing*, porém seguir esta lei não é sinônimo de produzir boa cerveja. A perfeição do processo produtivo e a conservação são imprescindíveis para uma cerveja de qualidade e há os contraexemplos da lei, entre eles, as excelentes cervejas belgas de incríveis e incontestáveis reputações a nível mundial.

3.4 MATÉRIA-PRIMA

3.4.1 Água

Segundo Venturini Filho (2016), a água é a principal matéria-prima no decorrer do processo cervejeiro, dado que compõe de 92 a 95% da massa da cerveja. Por essa razão, as indústrias tendem a se localizar em regiões onde a composição da água é relativamente uniforme e de boa qualidade.

John Palmer, em *How to Brew* (2006), afirma que a água contribui para um sabor único na cerveja e a razão que explica isso é que os minerais na água podem afetar a conversão do amido no mosto. Além disso, segundo Venturini Filho (2016), a presença de sais dissolvidos influencia diretamente os processos químicos e enzimáticos da fermentação, afetando a qualidade do produto final.

Entre os requisitos básicos para se obter água de qualidade para a produção de cerveja estão: cumprir os padrões de potabilidade, apresentar alcalinidade igual ou menor a 50 mg/L (preferencialmente inferior a 25 mg/L) e possuir concentração de cálcio em torno de 50 mg/L (VENTURINI FILHO, 2016).

Devido a essas condições básicas, faz-se necessário efetuar na cervejaria algumas operações de tratamentos. Pode-se citar a aeração para remover odores, a clarificação a partir da coagulação de sólidos, a cloração para remoção de microorganismos e a dessalinização para a retirada de excesso de sais dissolvidos (BRIGIDO E NETTO, 2009).

Atualmente, esses ajustes, incluindo os microbiológicos, são realizados com relativa facilidade, tornando a proximidade da fonte não tão determinante assim na instalação da cervejaria.

Em termos gerais, as seguintes características devem ser observadas na água para produção cervejeira, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Parâmetros de água de boa qualidade para produção de cerveja

| Parâmetro | Unidade | Especificação |
|----------------------------|-------------------------|----------------------|
| Sabor | - | Insípida |
| Odor | - | Inodora |
| pH | pH | 6,5 a 8,0 |
| Turbidez | NTU | Menor que 0,4 |
| Matéria orgânica | mg O ₂ /L | 0 a 0,8 |
| Sólidos totais dissolvidos | mg/L | 50 a 150 |
| Dureza total | mg CaCO ₃ /L | 18 a 79 |
| Sulfatos | mg SO ₄ /L | 1 a 30 |
| Cloretos | mg Cl/L | 1 a 20 |
| Nitratos | mg NO ₃ /L | Ausente |
| Cálcio | mg Ca ⁺² /L | 5 a 22 |
| Magnésio | mg Mg ⁺² /L | 1 a 6 |
| CO ₂ livre | mg CO ₂ /L | 0,5 a 5,0 |

Fonte: LAZZARI *et. al.*, (2009)

3.4.2 Malte

O termo técnico malte define a matéria-prima resultante da germinação controlada de qualquer cereal, sendo os mais utilizados a cevada, o arroz, o milho, o trigo e a aveia. Mas, a princípio, qualquer cereal pode ser malteado e define-se como maltação o processo pelo qual se extrai o amido, o qual envolve as etapas de maceração, germinação e secagem/torrefação.

O malte utilizado em cervejarias é obtido da cevada, uma gramínea do gênero *Hordeum*, de modo que após a colheita as sementes são armazenadas em silos com temperatura e umidade adequadas. A transformação do grão em malte ocorre quando a germinação é controladamente interrompida. Nessa fase, o amido é menos duro, mais solúvel e com enzimas no seu interior que auxiliam o processo cervejeiro (VENTURINI FILHO, 2016).

Segundo estudos de Oliveira (2011), a cevada apresenta algumas características que suportam sua maior utilização em detrimento de outros cereais. Entre elas, podem-se citar o alto teor de amido; o alto teor de enzimas, quando maltada, que ajudam no processo de fabricação do mosto na quebra do amido em açúcar; contém proteínas que equilibram os efeitos de espuma, corpo e estabilidade coloidal; e possui teor de lipídios relativamente baixo, capaz de conferir estabilidade ao sabor da bebida.

A composição média do grão de cevada e do malte está ilustrada na Tabela 2.

Tabela 2 - Composição do grão e do malte de cevada

| Características | Grão de cevada | Malte de cevada |
|--|-----------------------|------------------------|
| Massa do grão (mg) | 32 a 36 | 29 a 33 |
| Umidade (%) | 10 a 14 | 4 a 6 |
| Amido (%) | 55 a 60 | 50 a 55 |
| Açúcares (%) | 0,5 a 1,0 | 8 a 10 |
| Nitrogênio total (%) | 1,8 a 2,3 | 1,8 a 2,3 |
| Nitrogênio solúvel (% do N total) | 10 a 12 | 35 a 50 |
| Poder diastásico (% L ⁻¹) | 50 a 60 | 100 a 250 |
| Enzima α -amilase, 20 unidades ² | Traços | 30 a 60 |
| Avividade proteolítica | Traços | 15 a 30 |

¹ Lintner (índice de atividade das amilases), ² em unidades de dextrinas produzidas

Fonte: SILVA, (2005)

Além disso, a cevada possui e libera enzimas para o processo e são essenciais para as características finais da bebida, contribuindo bastante com o aroma e coloração, conforme exemplificados na Figura 1 a seguir.

Figura 1 - Aroma do malte e suas notas



Fonte: Disponível em <http://blog.clubedomalte.com.br/ebook/>

A cevada maltada é responsável por 100% da cor de uma cerveja, a menos que frutas ou caramelo tenham sido adicionados. Sendo assim, a cor não tem a ver com os teores alcóolicos e calóricos da bebida, pois ambos são determinados principalmente pela quantidade de açúcar disponível na fermentação (BEAUMONT, 2016). Através da tabela Standard Reference Method, ou European Brewing Convention, classificam-se as cores das cervejas nos seguintes critérios, conforme Figura 2.

Figura 2 - Escala de cores de cervejas

| SRM | 2-3 | 3-4 | 5-6 | 6-9 | 10-14 | 17-18 | 19-22 | 22-30 | 30-35 | 30+ | 40+ |
|-----|-------|---------|-------|-----------------------|-------|--------------|--------|---------------|---------------------|-------|-------------|
| EBC | 4-6 | 4-8 | 10-12 | 12-18 | 20-28 | 33-36 | 37-43 | 43-59 | 59-69 | 69 | 79 |
| COR | Palha | Amarelo | Ouro | Âmbar profundo, cobre | Cobre | Cobre escuro | Marrom | Marrom escuro | Marrom muito escuro | Negro | Negro opaco |

Fonte: Disponível em <http://blog.clubedomalte.com.br/ebook/>

3.4.3 Lúpulo

Desde a Antiguidade, eram utilizados nas cervejas aditivos para atenuar odores e sabores desagradáveis, evidenciar aromas, modificar cores, aumentar teor alcóolico, conservar e provocar efeitos inebriantes. Os mais comuns ingredientes eram o mel, a canela, o açúcar mascavo, anis, rúcula, cravo, alecrim e gengibre. Já no século VIII, uma mistura de ervas

chamada *gruit* era bastante comum de ser utilizada, a qual era composta basicamente de alecrim, absinto e gengibre. Porém, seu fornecimento era um monopólio lucrativo, dando oportunidade ao surgimento de outro concorrente: o lúpulo (MORADO, 2017).

O lúpulo (planta trepadeira *Humulus lupulus*) é de difícil cultivo, típico de regiões temperadas na América do Norte, Europa e Ásia, é o responsável pelo amargor da bebida. No entanto, ele nem sempre fez parte das receitas de cerveja. A planta foi introduzida inicialmente como elemento de conservação da bebida: a adição aos barris após a fermentação objetivava manter a cerveja fresca durante o transporte em função da falta de um sistema de refrigeração adequado. Essa tarefa de conservação, segundo Oliveira (2011), era creditada ao ingrediente ativo chamado *lupulina*, contido apenas na flor feminina, um pó amarelo aderido à parte externa da planta.

Além da conservação, a planta levou o amargor e a propriedade inebriante conferida à sua família *Cannabaceae*.

Figura 3 - Flor de lúpulo



Fonte: Disponível em <http://blog.clubedomalte.com.br/ebook/>

Dado que existem mais de 100 variedades de lúpulo, sua apresentação pode ser sob várias formas, como a de flor, de plug e de pellets, cujas vantagens e desvantagens para o processo cervejeiro encontram-se na Tabela 3, porém, tradicionalmente, eles são classificados de acordo com suas características predominantes: lúpulos aromáticos e de amargor.

Tabela 3 - Formas, vantagens e desvantagens do lúpulo

| Formas | Vantagens | Desvantagens |
|---------------|--|---|
| Flor | Elas bóiam e são fáceis de serem retiradas do mosto. Melhores características de aroma quando frescos. Boa forma para dry hopping. | Eles absorvem o mosto, resultando em um pouco de perda do mosto após a fervura. O volume os torna difíceis de pesar. |
| Plug | Permanecem frescos por mais tempo que os inteiros. Medidas convenientes de 15g. Comportam-se como lúpulos inteiros na fervura. Boa forma para dry hopping. | Difíceis de usar fora de incrementos de 15g. Eles absorvem mosto assim como em flor. |
| Pellets | Fáceis de pesa. Pequeno aumento na isomerização devido a moagem. Não absorvem o mosto. Melhor estocagem. | Formam um lodo de lúpulo na panela de fervura. Difícil dry hop. O conteúdo de aroma tende a ser menor que em outras formas devido ao processamento. |

Fonte: Palmer (2006)

Ao contrário do malte, o lúpulo não aumenta a quantidade do álcool na cerveja. Esta planta confere equilíbrio para os açúcares do malte e uma refrescância à bebida, de modo que confere assinatura a muitos estilos de cerveja, sendo análogo a um tempero. Quando adicionado ao mosto cervejeiro nos seus estágios iniciais da fervura, a contribuição é maior para o amargor. Por outro lado, se incorporado nos últimos instantes do processo, contribui principalmente para aromatizar a bebida (PALMER, 2006).

Os óleos essenciais do lúpulo são uma mistura de centenas de componentes, sendo os principais os terpenos, ésteres, aldeídos, cetonas, ácidos e álcoois. Segundo Botelho (2009), embora estes componentes sejam, em maior parte, arrastados com a fervura do mosto, é desejável que isso aconteça, pois uma alta concentração deixa a cerveja desagradável.

No que se referem aos compostos amargos, o seu benefício está relacionado à estabilidade da espuma e biológica, visto que evitam o desenvolvimento de microorganismos dada sua propriedade antisséptica (KUCK, 2008).

A classificação para o amargor conferido pelo lúpulo vem da International Bitterness Unit, ou seja, as unidades que medem suas quantidades na bebida. De modo geral, quanto mais alto o número IBU, mais amarga a cerveja, numa escala de 0 a 120. Porém, é importante ressaltar que a cerveja pode ser produzida sem lúpulo e ele não é o único fator determinante do amargor da bebida.

3.4.4 Levedura

A formação do etanol na fermentação do mosto cervejeiro ocorre no balanço metabólico da levedura. Este fungo é capaz de viver em aerobiose ou anaerobiose, situação na qual incorpora açúcares e produz como resíduos o dióxido de carbono e o álcool. Outros componentes podem ser gerados, tais quais ésteres, álcoois superiores, cetonas, fenóis e ácidos graxos. Os ésteres são responsáveis pelas notas frutadas, os fenóis remetem às especiarias e o aroma e paladar amanteigado é função da presença de diacetil (SALIMBENI, *et al.*, 2016).

Existem diversas espécies de leveduras, sendo as mais importantes a *Saccharomyces cerevisiae* e a *S. pastorianus*. A primeira é a levedura utilizada para a fabricação das cervejas *ale*, que atuam na superfície da mistura, de ação rápida, e o consumo de açúcar contido no malte não é total, de modo que a bebida resultante apresenta sabor frutado, complexo e doce. Por outro lado, as leveduras utilizadas para a fabricação das *lagers* atuam de maneira mais lenta, com fermentação menos densa, porém mais eficiente, resultando em uma cerveja mais limpa e de sabor seco (EVANGELISTA, 2012).

As cepas *ale* são capazes de crescer à 37 °C ao passo que as *lagers* se limitam à temperatura de 34 °C, sendo tradicional a produção de cervejas de baixa fermentação a faixa entre 7 a 15 °C e para as altas 18 a 22 °C (VENTURINI FILHO, 2016).

3.4.5 Adjuntos

Venturini Filho (2016) menciona que os adjuntos são definidos como carboidratos não-maltados de composição e propriedades que benéficamente complementam ou suplementam o malte da cevada, sendo fontes de açúcares fermentáveis.

A adição de adjuntos possibilita a redução de despesas com a cevada maltada, dado que a produção nacional não consegue suprir a demanda do mercado. O malte de cevada apresenta como principal vantagem o elevado poder de conversão de amido em maltose, o

que é relevante para a utilização de outros adjuntos, pois suas enzimas são responsáveis pela hidrólise do amido (EMBRAPA, 2009).

Comumente se adiciona trigo, centeio e aveia ou cereais sem glúten, como o trigo-sarraceno e o sorgo. O trigo é o mais popular, visto que se destaca no estilo estabelecido *Weissbier* e o centeio tem sido bastante empregado para a construção de sabores das *Indian Pale Ales*. A própria aveia, quando aplicada nas cervejas escuras, mais conhecidas como *Oatmeal Stouts*, suaviza o sabor marcante (BEAUMONT, 2016).

Fontes vegetais também já foram utilizadas no processo cervejeiro, como a mandioca e a batata. Outros adjuntos como a banana, beterraba, pupunha, pinhão, frutas tropicais e caldo de cana estão sendo pesquisados tanto para aromatização da bebida, como para possível substituição de parte do malte de cevada. Também é comum, inclusive, a utilização de frutas como limão, cereja, abacaxi, laranja e até chocolates e rosas como aromatizantes.

3.5 CLASSIFICAÇÃO DAS CERVEJAS

A classificação de cervejas baseia-se na regulamentação da Lei no 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas.

3.5.1 Quanto ao extrato primitivo

Pelo extrato primitivo em peso, a partir da legislação, classifica-se a cerveja entre leve, comum, extra ou forte.

Tabela 4 - Classificação das cervejas conforme extrato primitivo

| Cerveja | Extrato primitivo (em peso) |
|----------------|---|
| Leve | maior ou igual a 5% e menor que 10,5% |
| Comum | maior ou igual a 10,5% e menor que 12% |
| Extra | maior ou igual a 12% e menor ou igual a 14% |
| Forte | maior que 14% |

Além dessa nomenclatura, ainda pode-se denominar cerveja *light* aquela que cumpra, além dos requisitos de cerveja leve, a redução de 25% do conteúdo de nutrientes ou do valor

energético em relação a uma cerveja do mesmo fabricante, ou do valor médio do conteúdo de três cervejas similares conhecidas e que sejam produzidas na região; além do valor energético de no máximo 35 kcal/100 mL.

3.5.2 Quanto à cor

A European Brewery Convention (EBC) é referência para a classificação da coloração das cervejas, de modo que as cervejas consideradas coloridas são de tonalidades diferentes do padrão EBC.

Tabela 5 - Classificação das cervejas conforme coloração

| Cerveja | EBC (European Brewery Convention) |
|----------------|--|
| Clara | < 20 |
| Escura | > 20 |
| Colorida | Utilização de corantes naturais |

3.5.3 Quanto ao teor alcoólico

A cerveja dita sem álcool comercialmente pode apresentar teor alcoólico de até 0,5% em volume, não sendo obrigatória a declaração no rótulo, apenas se for 0,0%.

Acima deste percentual, é obrigatório constar o percentual no rótulo da embalagem. Atualmente, a cerveja com maior percentual alcóolico em sua composição é produzida pela cervejaria Brewmeister, que passou nove meses criando a *Snake Venom* em 2013, com 67,5% de teor alcóolico, e contém uma etiqueta de aviso no pescoço da garrafa (SEPHTON, 2013).

3.5.4 Quanto à proporção de malte de cevada

Conforme o decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009, é considerada cerveja puro malte aquela que possuir 100% de malte de cevada em peso, sobre o extrato primitivo, como fonte de açúcares. As demais, chamadas de *cerveja* simplesmente, precisam conter proporção de, pelo menos, 55%.

Por outro lado, como outras fontes podem ser utilizadas, é obrigatório mencionar o nome do vegetal caso este seja usado na proporção maior que 20 e menor que 55% de peso sobre o extrato primitivo.

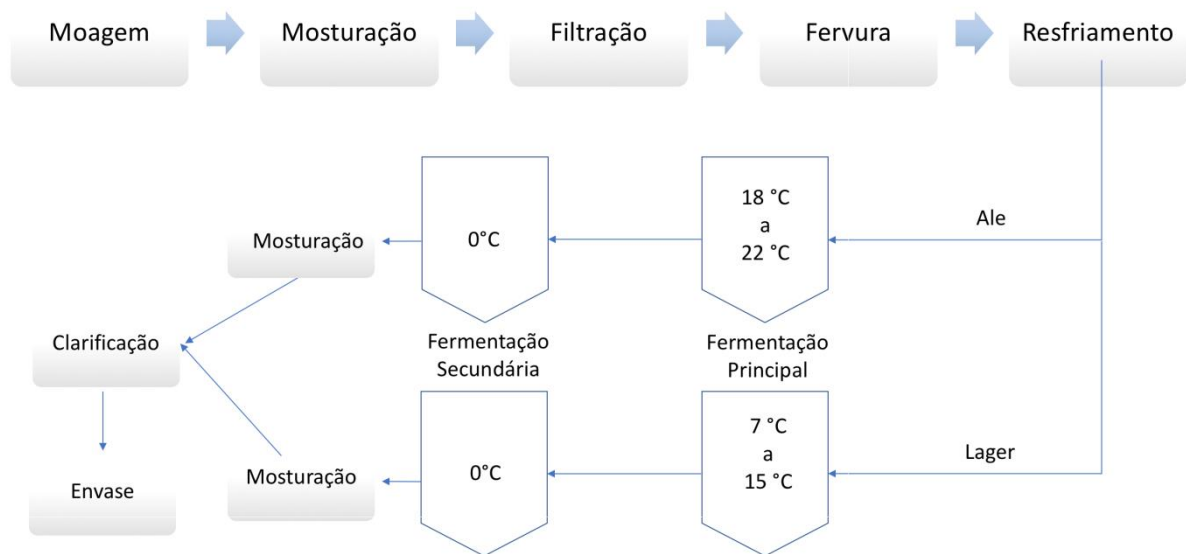
3.5.5 Quanto à fermentação

Nesse quesito, as cervejas se classificam entre baixa fermentação e alta fermentação, sendo conhecidas comercialmente como *lagers* e *ales*, respectivamente. As diferenças principais remetem à posição onde as leveduras se localizam nos fermentadores durante a etapa de resfriamento da produção da cerveja, conforme discutido em seguida.

3.6 PROCESSO PRODUTIVO

De forma geral, o processo de produção envolve nove etapas, representadas na Figura 4, as quais podem ser acrescentadas outras dependendo do tipo da cerveja e da cervejaria.

Figura 4- Fluxograma do processo produtivo da cerveja



3.6.1 Moagem

A moagem do malte consiste em moê-lo em moinhos de rolo de forma seca ou úmida, com os seguintes objetivos:

- Rompimento da casca do malte longitudinalmente, para expor o endosperma (parte interna) do grão;
- Desintegração total do endosperma, promovendo melhor atuação enzimática sobre os componentes insolúveis do malte;

- Produção mínima de farinha com granulometria muito fina, evitando a formação excessiva de pasta na solução (REINOLD, 1977).

Segundo Kuck (2008), é importante que a moagem não seja muito severa para que não se tenha um malte muito fino - que resultaria na redução da velocidade da filtragem sendo a casca constituinte do elemento filtrante - e que não seja muito grosseira, para que a hidrólise do amido seja facilitada.

3.6.2 Mosturação

É chamada de mosto a mistura líquida açucarada composta de malte e adjuntos dissolvidos, a qual é a base para a produção da cerveja (SINDICERV, 2014). Todo o processo de cozimento depende da temperatura, do tempo, do grau de acidez, da concentração do meio, da qualidade do malte e da constituição do produto da moagem. A escolha do tipo de mosturação, também conhecida como brassagem, e do programa tempo/temperatura depende da composição do tipo de cerveja de interesse, bem como de seu corpo, pois ele depende bastante dos açúcares fermentáveis cujas condições de atuação enzimática estão representadas na Tabela 6 (VENTURINI FILHO, 2010).

Tabela 6 - Temperatura e pH de atuação das enzimas

| Enzima | Temperatura ótima (°C) | pH ótimo | Substrato |
|----------------|-------------------------------|-----------------|------------------|
| Hemicelulases | 40 a 45 | 4,5 a 4,7 | Hemicelulose |
| 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 | 5,4 a 5,6 | Amido |
| Alfa-amilase | 70 a 75 | 5,6 a 5,8 | Amido |

Fonte: Tschope (2001)

3.6.3 Filtração do mosto

A filtração do mosto é a etapa de fabricação que objetiva a separação da fase sólida e da fase líquida do mosto e divide-se em duas fases: filtração do mosto primário e a lavagem do bagaço, etapa esta conhecida também como obtenção do mosto secundário (KUCK, 2008).

A temperatura da água de lavagem não deve ser muito elevada, de modo a evitar a extração excessiva de polifenóis, que poderiam prejudicar o sabor da cerveja, além de favorecer a extração de amido residual do bagaço capaz de elevar a turbidez (MORADO, 2017).

3.6.4 Fervura do mosto

O mosto obtido na filtração é fervido com o intuito de ser esterilizado, inativar enzimas, precipitar proteínas, resinas e taninos, extrair os compostos amargos do lúpulo, formar substâncias que irão contribuir para o sabor e o aroma da cerveja, concentrar o mosto evaporando a água excedente, formar substâncias redutoras e corantes, formar ácidos para a redução do pH, eliminar compostos voláteis indesejados e solubilizar e modificar as substâncias amargas do lúpulo (KUCK, 2008).

É também durante a fervura que acontece a adição de lúpulo (lupulagem). Normalmente, a adição é feita em duas etapas: a primeira visa conferir amargor e a segunda presta-se à adição dos aromas florais, herbais e condimentados do lúpulo. Contudo, isso depende da concentração de beta-ácidos dos lúpulos que compõem a receita (MORADO, 2017).

3.6.5 Resfriamento do mosto

As partículas sólidas do lúpulo e as proteínas coaguladas, denominadas *trub*, sedimentam e são separadas do mosto nessa etapa via centrifugação. A retirada pode ser tanto a frio quanto a quente, sendo esta última situação a mais recomendada a fim de se melhorar a estabilidade físico-química e sensorial da cerveja. Então, através de trocadores de calor, o mosto é resfriado até atingir a temperatura de fermentação, a qual depende do tipo de levedura utilizada, *lager* ou *ale* (KUCK, 2008).

O resfriamento deve ser rápido para evitar a formação de aromas indesejáveis e risco de contaminação. Em seguida, o mosto é aerado para fornecer à levedura o oxigênio necessário para a multiplicação celular (MORADO, 2017).

3.6.6 Fermentação

Durante a fermentação, ocorre a transformação dos açúcares fermentescíveis em etanol e gás carbônico em condições anaeróbicas. O objetivo desta etapa é administrar o processo fermentativo de modo a favorecer a produção e a manutenção de sabores e aromas desejáveis e eliminação dos indesejáveis. Os fatores mais importantes que concorrem para isso são: a temperatura de fermentação, a duração, a contrapressão (pressão de ar dentro do tanque), a escolha da levedura e a sua quantidade (MORADO, 2017).

É desejável que o processo ocorra lentamente para que a atenuação (conversão do açúcar em álcool) seja mais bem aproveitada. Segundo Reinold (1997), o processo completo dura de cinco a sete dias.

Em grandes cervejarias, o gás carbônico gerado é recuperado, purificado e reutilizado tanto na desaeração de equipamentos, como na correção da carbonatação da cerveja ou no enchimento de barris e garrafas. O excedente é usualmente vendido para microcervejarias que não possuem plantas de recuperação, ou usado na fabricação de refrigerantes (MORADO, 2017).

3.6.7 Maturação

A cerveja resultante da fermentação principal passa por uma fermentação secundária, conhecida como maturação. No repouso prolongado da cerveja também ocorrem a saturação com CO₂, a clarificação e reações que irão produzir os aromatizantes essenciais (KUCK, 2008).

Ela normalmente ocorre a 0 °C com duração de duas a quatro semanas, com o objetivo de refinar o sabor e o aroma por reduzir os teores de diacetil, acetaldeído e ácido sulfídrico. Além disso, ocorre o aumento de ésteres e o impedimento de oxidações que comprometem o aspecto sensorial (BRUNELLI, 2012).

3.6.8 Clarificação

A clarificação visa eliminar a turvação persistente após a maturação da cerveja. O principal método utiliza terra diatomácea ou diatomita, sendo também utilizado a perlita, um triturado vítreo de rocha de origem vulcânica. Nos casos em que são usados aditivos, tais como antioxidantes e estabilizantes de espuma, eles também são acrescentados nessa etapa (MORADO, 2017).

Esta etapa não altera a composição e o sabor da cerveja, no entanto, é fundamental para garantir seu aspecto translúcido (KUCK, 2008).

3.6.9 Envase

A fase de embalagem para posterior distribuição é crítica para as cervejarias, porque a partir dessa fase a bebida deixa o ambiente controlado na qual foi produzida para ser exposta a um ambiente cujas características fogem do controle do cervejeiro.

Logo após o enchimento em suas embalagens, ocorre o processo de pasteurização, exceto para o caso dos chopes. O processo visa estabilizar a bebida através da destruição de microorganismos pelo calor seguido de um resfriamento. Segundo Morado (2017), o processo pode, porém, alterar o sabor da cerveja em função do aquecimento em casos de processos mal controlados, conferindo uma adstringência adicional ou aromas de queimado ou caramelado não-intencionais à bebida.

Para embarrilamentos, utilizando barris previamente lavados e sanitizados, a bebida é pressurizada com gás carbônico ou nitrogênio, ou uma mistura dos dois gases, com o intuito de favorecer a estabilidade da espuma. A adição do nitrogênio favorece a formação de bolhas menores, espuma cremosa e mais estável (MORADO, 2017).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

O presente trabalho visa avaliar os aspectos físico-químicos de uma cerveja artesanal popular no estado do Rio Grande do Norte e de uma industrial, produzida em São Paulo, ambas do estilo *american lager*, sendo todas as análises em triplicata, com o intuito de ponderar se seguem padrões de qualidade estabelecidos pela ANVISA no decreto nº 2.314/1997.

Os parâmetros avaliados foram: densidade relativa, teor alcóolico, acidez total, extrato seco total, sólidos solúveis, grau plato, pH, grau sacarométrico, grau de fermentação, colorimetria e turbidez.

Todas as determinações foram realizadas em cervejas acondicionadas a temperatura ambiente e descarbonatadas a partir da transferência do líquido para um béquer de 500 mL e agitação com bastão de vidro, mantendo-se a temperatura na faixa de 20 a 25 °C.

4.1.1 Determinação da densidade relativa

A determinação direta, com um densímetro, é utilizada quando há líquidos formados por mais de um tipo de substância. Conforme Palmer (2006), um densímetro mede a relação entre a densidade da água pura e a água com açúcar dissolvido, de acordo com o quanto ele flutua na solução.

Então, quando mergulhado na solução até que afunde por completo, ocorre um deslocamento do volume do líquido, igualando seu peso com o densímetro. Dessa forma, o nível do líquido corresponderá a um valor de densidade correspondente à escala do instrumento.

4.1.1.1 Materiais e equipamentos

- Densímetro;
- Proveta 50 mL;
- Termômetro.

4.1.1.2 Procedimento

Encheu-se uma proveta com 50 mL da cerveja descarbonatada e condicionada a 20 °C e inseriu-se o densímetro até equilíbrio do instrumento com o líquido para se efetuar a leitura da densidade relativa.

4.1.2 **Determinação do teor alcóolico por ebulliometria**

A destilação baseia-se na diferença entre o ponto de ebulição da água (100 °C) e do álcool (78,4 °C) sob pressão atmosférica, sendo a temperatura de ebulição de uma mistura função do grau alcóolico, sendo um valor intermediário entre as duas temperaturas, cujo valor se aproxima mais da temperatura de ebulição do álcool tão maior seja o grau alcóolico da mistura.

O método utilizado, chamado ebulliométrico, consiste na determinação da porcentagem de álcool em uma solução alcóolica, fixado o ponto zero na escala do ebuliômetro (ALVES, 2014).

4.1.2.1 Materiais e equipamentos

- Pisseta;
- Proveta de 50 mL;
- Ebuliômetro.

4.1.2.2 Procedimento

Retirou-se o termômetro inserido na caldeira do ebuliômetro e lavou-se a caldeira com água destilada. Em seguida, lavou-se a caldeira com a amostra, depois transferida para a caldeira do ebuliômetro. Conectou-se o termômetro na caldeira e encheu-se o condensador com água. Depois, acendeu-se a lamparina e colocou-se sob o condensador. Quando a amostra começou a ser aquecida, o filamento de mercúrio elevou-se no interior do termômetro e a temperatura de ebulição da mistura correspondeu ao valor da escala de temperatura na qual o filamento se estabilizou.

4.1.3 Determinação da acidez total titulável

O método baseia-se na titulação de neutralização de ácidos com solução padrão básica, com uso de indicador fenolftaleína para soluções claras de vinho e outras bebidas alcólicas fermentadas.

4.1.3.1 Materiais e equipamentos

- Balança analítica;
- Pipeta volumétrica de 10 mL;
- Bureta de 25 mL;
- Erlenmeyer de 250 mL;
- Solução de hidróxido de sódio 0,1 mol/L;
- Solução de fenolftaleína a 1% (m/v).

4.1.3.2 Procedimento

Transferiu-se 10 mL da amostra para erlenmeyer ou béquer de 250 mL contendo 100 mL de água destilada. Depois, titulou-se com solução de hidróxido de sódio 0,1 mol/L até atingir a coloração rosa. O cálculo da acidez total foi calculado com base na Equação 1, baseada em BRASIL (1986).

$$Acidez\ total\ \left(\frac{g\ \acute{a}cido\ ac\acute{e}tico}{100\ mL\ cerveja}\right) = \frac{V \times [NaOH] \times mmeq\ \acute{a}cido\ ac\acute{e}tico \times 100}{P} \quad (Equa\c{c}\tilde{a}o\ 1)$$

Onde:

V = volume gasto da solução de hidróxido de sódio (mL);

[NaOH] = concentração em mol/L da solução de hidróxido de sódio;

mmeq ácido acético = 0,0060g;

P = volume da amostra de cerveja (mL).

4.1.4 Determinação do extrato seco total

A determinação do extrato seco total baseia-se na pesagem do resíduo seco de um volume de amostra submetido à evaporação, capaz de determinar o teor de sólidos existentes em uma amostra de cerveja.

4.1.4.1 Materiais e equipamentos

- Balança analítica;
- Banho-maria;
- Estufa;
- Cápsula de porcelana;
- Dessecador;
- Pipeta volumétrica de 20 mL.

4.1.4.2 Procedimento

Transferiu-se, com auxílio de uma pipeta, 20 mL de amostra descarbonatada para uma cápsula de porcelana previamente aquecida em estufa a 100 °C por 1 hora, em seguida resfriou-se em dessecador. Depois, pesou-se. Aqueceu-se em banho maria até a secagem. Levou-se à estufa a 100 °C por 1 hora e resfriou-se até a temperatura ambiente em um dessecador e pesou-se novamente. O cálculo baseou-se na Equação 2 do método descrito pelo Instituto Adolf Lutz (2008).

$$\% EXT = \frac{100 \times P}{V} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

% EXT = Extrato seco em porcentagem;

P = Massa do resíduo, em g;

V = Volume da amostra, em mL.

4.1.5 Determinação de sólidos solúveis (° Bx) e grau plato (° P)

A determinação dos sólidos solúveis via escala Brix é utilizada na indústria de alimentos para medir a quantidade aproximada de açúcares em soluções, sendo 1 °Bx correspondente a 1g de sacarose em uma mistura de 100g.

Por definição, grau Plato é a unidade medida da concentração (em massa) em uma solução de água e sacarose mais utilizada na fabricação cervejeira. Assim, conforme discutido por Palmer (2006), 1 grau Plato significa que 1% da massa da solução é composta de sacarose, e 99% da massa é água.

A conversão do grau Brix para grau Plato é dada pela Equação 3.

$$^{\circ} P = \frac{^{\circ} Bx}{1,04} \text{ (Equação 3)}$$

4.1.5.1 Materiais e equipamentos

- Refratômetro;
- Água destilada.

4.1.5.2 Procedimento

Para a realização da leitura, o refratômetro foi calibrado com água destilada e as leituras foram feitas para um volume de três gotas aplicado no prisma.

4.1.6 Determinação do pH

O valor do pH corresponde à determinação da atividade de íons de hidrogênio por meio da medida potenciométrica, utilizando um eletrodo de vidro e um de referência, ou um eletrodo combinado (ALVES, 2014).

4.1.6.1 Materiais e equipamentos

- pHmetro;
- Béquer de 100 mL;

- Solução tampão de pH 4,0;
- Solução tampão de pH 7,0.

4.6.1.2 Procedimento

Lavou-se o eletrodo e o compensador de temperatura com água destilada, secou-se suavemente e colocou-se dentro do béquer com a amostra. O valor de pH utilizado correspondeu à leitura constante do equipamento.

4.1.7 Grau sacarométrico

O grau sacarométrico (GS), segundo VILLAVECHIA (1963 apud SOUSA, 2009) representa o teor de açúcares existentes no mosto e é calculado pela Equação 4 a seguir.

$$GS = \frac{100 \times (\text{Extrato} + (2,0665 \times \text{Teor Alcólico}))}{100 + (1,065 \times \text{Teor Alcólico})} \quad (\text{Equação 4})$$

4.1.8 Grau de fermentação

O grau de fermentação (GF), segundo VILLAVECHIA (1963 apud SOUSA, 2009), representa o grau em que a cerveja se encontra e é calculado pela Equação 5 a seguir.

$$GF = 100 \times \frac{(\text{Grau Sacarométrico} - \text{Extrato})}{\text{Grau Sacarométrico}} \quad (\text{Equação 5})$$

4.1.9 Colorimetria

A cor das amostras foi realizada através do método de espectrofotometria (EBC, 2000), com leituras para o comprimento de onda de 430 nm.

4.1.9.1 Materiais e equipamentos

- Espectrofotômetro;
- Cubeta de quartzo;
- Água deionizada.

4.9.1.2 Procedimento

Inicialmente, calibrou-se o equipamento para realizar leituras a 430 nm, zerando-o com 10 mL de água deionizada. Em seguida, o mesmo volume da amostra foi lido, cuja absorvância foi utilizada para calcular a cor das amostras a partir do cálculo de conversão correspondente à Equação 6 abaixo, sendo o parâmetro d valendo 1 para cervejas claras.

$$EBC = \text{absorbância} \times 12,7 \times 1,97 \times d \text{ (Equação 6)}$$

4.1.10 Turbidez

4.1.10.1 Materiais e equipamentos

- Turbidímetro;
- Recipiente de vidro;
- Água destilada.

4.1.10.2 Procedimento

A análise da determinação da turbidez foi realizada em um turbidímetro cuja leitura foi zerada para a água destilada. Em seguida, efetuou-se a leitura da turbidez das amostras em NTU, cuja equivalência para EBC está retratada na Equação 7 abaixo.

$$\text{Turbidez (EBC)} = \text{NTU} \times 4 \text{ (Equação 7)}$$

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 7 estão representados os resultados obtidos através das análises físico-químicas das cervejas artesanal e industrializada, de estilo *american lager*. Os valores foram encontrados utilizando a média dos resultados das triplicatas, respeitando as metodologias descritas e comparados com a legislação.

Tabela 7- Resultados das análises físico-químicas

| Determinações | Cerveja | |
|---|------------|------------|
| | Artesanal | Industrial |
| Densidade relativa (g/cm ³) | 1,008 | 1,007 |
| Teor alcóolico (° GL) | 4,1 ± 0,1 | 4,2 ± 0,1 |
| Acidez total (%v/v) | 0,18 | 0,10 |
| Extrato seco total (% EXT) | 6,5 ± 0,1 | 6,9 ± 0,1 |
| Sólidos solúveis (° Brix) | 4,13 | 4,92 |
| ° P | 3,97 | 4,73 |
| pH | 3,8 | 3,8 ± 0,1 |
| Grau sacarométrico | 14,4 ± 0,1 | 15 ± 0,2 |
| Grau de fermentação | 55,1 ± 0,5 | 53,7 ± 0,2 |
| Cor (EBC) | 23 | 9 |
| Turbidez (EBC) | 617 | 2 |

A densidade está entre os padrões desejáveis de acordo com a ANVISA segundo Alves (2014), o qual determina o intervalo entre 1,007 e 1,022 g/cm³. Durante o processo fermentativo, ocorre redução da densidade dado que a levedura consome a maltose a as transforma em álcool, que é menos denso que a água.

O teor alcóolico, pelo BJCP (2016) para o estilo, encontra-se dentro dos padrões estabelecidos de 4,2 a 5,3 % ABV. A cerveja artesanal, considerando seu desvio padrão, está adequada à sua rotulagem, porém a industrial apresentou redução em relação ao rótulo, o qual consta 5,0%. Sendo o álcool proveniente da fermentação alcóolica do mosto cervejeiro, é possível associar essa divergência à perda do mesmo pela volatilização durante a carbonatação ou às falhas no processo produtivo e controle de qualidade, já que segundo Carneiro (2016), o teor de sólidos solúveis é proporcional ao percentual de álcool.

Conforme Venturini Filho (2000), o dióxido de carbono e a água são resultantes da fermentação e o ácido carbônico originado pela junção desses dois componentes é capaz de elevar a acidez da bebida. Isso se confirma para a cerveja artesanal, a qual tem uma formação de espuma muito mais pronunciada do que a industrializada, quando aberta e despejada no béquer para início dos experimentos. Conforme Compton (1978), a acidez deve estar situada entre 0,09% a 0,15%, de modo que a cerveja artesanal apresenta resultado acima do recomendado. Essa questão é delicada, dado que pode gerar sanções que vão desde à advertência e a aplicação de multas, até a cassação do registro da cervejaria e proibição da venda.

Avaliando-se o extrato seco total, ambas as cervejas estão dentro do padrão estabelecido de 2,0 a 7,0%, significando o conjunto de todas as substâncias que não foram volatilizadas nas condições físicas experimentais.

No que se refere à presença de sólidos solúveis, as determinações experimentais inferem que a cerveja industrializada apresenta maior teor de sacarose por 100g de amostra, sendo 4,92 g e a artesanal apresentando 4,13. Em suas rotulagens, a cerveja industrializada consta malte de cevada e cereais não-malteados, enquanto que a artesanal é constituída de puro malte. Os insumos em suas diferentes qualidades e proporções são capazes de explicar a diferença de teor de sacarose entre as amostras.

Em termos de pH, as amostras analisadas apresentaram valores inferiores a 4,5, sendo o valor de suma importância para manter a bebida isenta de micro-organismos patogênicos. Isto evita também posteriores contaminações, sobretudo pelo o *Clostridium botulinum*, causador do botulismo (HOFFMANN, 2001).

Avaliando-se o grau sacarométrico em comparação com Alves (2014) avaliando cervejas *pilsen*, temos um valor um pouco acima (maiores que 12,5), se calculados pela mesma metodologia. Porém, dado que os estilos são diferentes e o BCJP (2016) descreve as *american lager* com sabor relativamente neutro no paladar, o qual pode ser percebido como doçura, devido ao baixo amargor, as amostras analisadas justificam a percepção mais açucarada em relação às cervejas *pilsen* e estão em conformidade com o esperado.

O grau de fermentação das amostras analisadas, pela metodologia de Alves (2014) remete às cervejas de média/alta fermentação, dado que as de baixa fermentação apresentariam valores inferiores a 50. No entanto, a avaliação deste quesito em termos de processo produtivo está mais relacionada ao desempenho da levedura, conforme discutido na fundamentação teórica deste estudo. Uma levedura de baixa fermentação, comumente associada às *lagers*, pode performar como *ale* dependendo das condições do processo e vice-

versa. Portanto, a legislação brasileira ainda requer uma especificação maior em função do estilo de cerveja. A variedade de tipos da bebida é muito mais ampla do que o nível de descrição atual.

Quanto à cor, o Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA) utiliza a escala EBC como padrão, de modo que as cervejas consideradas claras apresentam valores inferiores a 20 unidades EBC e, para valores superiores a 20 unidades EBC, as cervejas são consideradas escuras. Nesse quesito, a cor acobreada da cerveja artesanal a classifica, por esse critério, como cerveja escura, enquanto que a cor dourada da industrializada remete à cerveja clara. Sendo ambas do mesmo estilo, as diferenças do processo de fabricação, desde a quantidade à diversidade dos insumos utilizados, é a responsável pela divergência de cores.

Por último, a turvação da cerveja pode ser avaliada tanto a frio como a quente. A primeira é permanente e está presente mesmo na cerveja morna, enquanto que a segunda é reversível e desaparece se a bebida ganha temperatura. A análise turbidez confirma o aspecto visual da cerveja: a artesanal não é translúcida, com 617 EBC de turbidez, enquanto que a industrial é límpida, apresentando 2 EBC. Conforme o BJCP (2016), que cataloga os tipos e estilos de cervejas desde 1985, as cervejas *american lager* são muito claras e límpidas, indo de uma faixa de amarelo pálido a amarelo médio. Dessa forma, embora a rotulagem da artesanal esteja remetendo ao estilo, ela diverge no que diz respeito à turbidez.

6 CONCLUSÕES

A cerveja é uma bebida alcóolica de difícil produção, seja pela infinidade de estilos que existem, ou pelos inúmeros parâmetros de controle, os quais se iniciam com a seleção das matérias-primas e eventuais adjuntos a serem usados. Dessa forma, a análise físico-química surge com a importância de verificar a qualidade do produto final, entre as suas especificações intencionais e rotulagem, podendo identificar falhas e fraudes.

Os resultados obtidos nesse estudo verificaram que ambas as cervejas estudadas estão em conformidade com as referências estudadas e os requisitos legais para os parâmetros de densidade, pH, grau sacarométrico cor e turbidez.

No que se refere à acidez total, a artesanal apresentou um valor acima do recomendado, o qual está bastante relacionado com a sua carbonatação excessiva quando aberta para ser analisada, pois o ácido carbônico resultante da fermentação é capaz de elevar a acidez da bebida.

Em termos de teor alcóolico, a artesanal está em conformidade com seu rótulo. Porém, a industrializada obteve um grande desvio para o que informa visualmente ao consumidor. O que pode explicar esse resultado está mais diretamente relacionado ao processo de descarbonatação ou ao grau de agitação da amostra.

Por último, a avaliação do grau de fermentação de uma cerveja em função da metodologia e da legislação vigentes mostrou-se inconclusiva por essas únicas frentes de análise. A explicação para isso é que a caracterização da levedura como de alta ou baixa fermentação está mais relacionada às condições do processo que influenciam no desempenho do fermento biológico do que à sua análise por um cálculo que considere, apenas, o grau sacarométrico e o extrato seco total.

Dessa forma, para estudos futuros, sugere-se avaliar a dimensão do impacto de outras formas de descarbonatação nos parâmetros físico-químicos, bem como analisar de forma detalhada o processo produtivo, e não somente o produto acabado, para determinar se uma cerveja é *lager* ou *ale*.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, D. Número de cervejarias no Brasil quase que dobra em três anos e setor volta a criar empregos. 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/pme/noticia/numero-de-cervejarias-no-brasil-quase-dobra-em-3-anos-e-setor-volta-criar-empregos.ghtml>. Acesso em 26 de Junho de 2018.

ALVES, L. M. F. Análise físico-química de cervejas tipo *pilsen* comercializadas em Campina Grande na Paraíba, 2014.

BEAUMONT, Stephen. Cerveja e comida: princípios da harmonização, receitas e guia de degustação, 2016.

BJCP. Disponível em: <http://www.brauakademie.com.br/assets/bjcp-2015-beer-pt-br.pdf>. Acesso em 25 de Maio de 2018.

BRASIL, **Leis, Decretos, etc.** Portaria nº 76, de 27 de novembro de 1986, do Ministério da Agricultura. Diário Oficial, Brasília, 11-10-2016. Seção I, p. 18.152-18.173.

BRIGIDO, R. V.; NETTO, M. S. Produção de cerveja. Santa Catarina, UFSC, 2009. 27 p.

BRUNELLI, L. T. Produção de cerveja com mel: características físico-químicas, energética e sensorial, 2012.

BOTELHO, B. G. Perfil e teores de aminos bioativas e características físico-químicas em cervejas. Minas Gerais, Dissertação de mestrado, UFMG, 2009. 74 p.

CARNEIRO, R. S. Elaboração de cerveja artesanal estilo saison ale contendo tamarindo, 2016.

COMPTON, J. Beer quality and taste methodology. In: BRODERICK H.M. (Dir). El cervecero en la practica: a manual for the brewing industry. 2 ed. Madison: Impressions, 1978.

EUROPEAN BREWERY CONVENTION – EBC. **Method 9.6: Colour of Beer: Spectrophotometric Method (IM)**. Analytica – EBC, 2000.

EMBRAPA. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/>> Acesso em 01 de Novembro de 2017.

EVANGELISTA, R.R. Análise do processo de fabricação industrial de cerveja. São Paulo, Título de graduação, Fatec Araçatuba, 2012, 50 p.

GONÇALVES, D. Proporcionalmente mercado da cerveja *Premium* cresce mais que Pilsen. **Engarrafador moderno**, São Caetano do Sul, n. 181, p. 15-20, 2009.

HOFFMANN, F. L. Higiene: Fatores limitantes à proliferação de microorganismos em alimentos. *Brasil alimentos*, São Paulo, Signus Editora Ltda, n. 9 – Jul./Ago. 2001.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físicos e químicos para análises de alimentos**. 4ª ed., São Paulo, vol. 1, 2008.

KUCK, L. S. Cerveja: Sabor e Aroma. Rio Grande do Sul, UFSC, 2009. 18 p.

LAZZARI, L. M. *et al.* Produção de cerveja. Santa Catarina, UFSC, 2009. 18 p.

MERLO, D. *História da cerveja: fatos que irão te surpreender!* 2016. Disponível em: <http://www.ocaneco.com.br/historia-da-cerveja/>. Acesso em: 05 mai. 2018.

MORADO, R. Larousse da Cerveja: a história e as curiosidades de uma das bebidas mais populares do mundo. 2017.

NOVAS ALTERNATIVAS. *Engarrafador Moderno*. 2015. Disponível em: <http://engarrafadormoderno.com.br/mercado/novas-alternativas>. Acesso em: 05 mai. 2018.

OLIVEIRA, N. A. M. Leveduras utilizadas no processo de fabricação de cerveja. Minas Gerais, Programa de pós-graduação, UFMG, 2011. 44 p.

PALMER, J. J. **How to brew: everything you need to know to brew beer right the first time**. Brewers Publications, 2006.

REINOLD, M. R. **Manual Prático de Cervejaria**. 1.ed. São Paulo: Aden Editora, 1997. 213p.

SALIMBENI, J. F.; MENEGUETTI, M. P. D. R. R. D.; ROLIM, T. F. Caracterização da água e sua influência sensorial para a produção de cerveja artesanal. Campinas, 2016.

SEPHTON, C. ‘Bubblegum-flavoured’ Snake Venom beer is world’s strongest – and certainly has a nasty bite. 2013. Disponível em: <http://metro.co.uk/2013/10/26/bubblegum-flavoured-snake-venom-beer-is-worlds-strongest-and-certainly-has-a-nasty-bite-4162078/?ito=cbshare>. Acesso em: 05 mai. 2018.

SILVA, D. P. Produção e avaliação sensorial de cerveja obtida a partir de mostos com elevadas concentrações de açúcares. São Paulo, FAENQUIL, 2005. Tese de doutorado, 175 p.

SOARES, N. Tempo de mudança. **Engarrafador Moderno**, São Caetano do Sul, n. 205, p. 14-22, 2011. Disponível em www.engarrafadormoderno.com.br/edicoes/Edicao_205.pdf>. Acesso em: 01/03/2018.

SOUSA, W. J. B. Análise físico-química de cervejas. Paraíba, Título de graduação, UEPB, 2009. 56 p.

SINDICERV – Sindicato Nacional da Indústria Cervejeira. Disponível em: <<http://www.sindicerv.com.br>> Acesso em 7 de novembro DE 2017.

TSCHOPE, E.C., **Microcervejarias e Cervejarias**. A História, a Arte e a Tecnologia. São Paulo: Editora Aden, 2001.

VENTURINI FILHO, W. G. Bebidas Alcoólicas: ciência e tecnologia. São Paulo: Blucher, 2010. V. 1 461 p.