



**Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"**

ANDERSON APARECIDO IDES

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE CERVEJAS COMERCIAIS TIPO
PILSEN**

**Assis/SP
2016**



**Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"**

ANDERSON APARECIDO IDES

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE CERVEJAS COMERCIAIS TIPO
PILSEN**

Projeto de Pesquisa apresentado ao curso de Química Industrial do Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA e Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA, como requisito parcial a obtenção do Certificado de Conclusão.

**Orientando: Anderson Aparecido Ides
Orientador: Me. Marcelo Silva Ferreira**

**Assis/SP
2016**

FICHA CATALOGRÁFICA

IDES, Anderson Aparecido

Avaliação físico-química de cervejas comerciais tipo pilsen / Anderson
Aparecido Ides, Fundação Educacional do Município de Assis – Assis; 2016
50 páginas

1.Cerveja 2.Pilsen 3.Análise

CCD: 660

Biblioteca da FEMA

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE CERVEJAS COMERCIAIS TIPO PILSEN

ANDERSON APARECIDO IDES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito de Graduação, avaliado pela seguinte comissão examinadora:

Orientador: _____

Marcelo Silva Ferreira

Examinador: _____

Alexandre Vinícius Guedes Mazalli

Assis/SP
2016

RESUMO

Consumida em grande escala no Brasil, a cerveja é a bebida preferida de milhares de brasileiros. Obtida por meio de um processo de fermentação alcoólica do mosto de cereal maltado, é composta de quatro ingredientes básicos para sua produção; água, o malte, a cevada e a levedura. Diversos parâmetros físico-químicos como o próprio pH, cor, espuma, turbidez entre outros foram avaliados, pois interferem diretamente na qualidade da bebida. Através dos resultados, foi possível determinar que entre as vinte marcas de cervejas analisadas apenas uma apresentou problema com relação à espuma, enquanto todas as demais foram consideradas de boa qualidade, mas não seguem um único padrão. São comercializadas como cervejas pilsen, mas nenhuma se enquadra, mostrando uma nítida diminuição na adição de lúpulo e diluição do extrato.

Palavra-chave: cerveja, pilsen, análise.

ABSTRACT

Consumed in large scale in Brazil, the beer is the drink favorite for thousands of Brazilians. Obtained by a fermentation process of malted cereal wort, is composed of four basic ingredients for its production; water, malt, barley and yeast. Various physico-chemical parameters such as the pH, color, foam, turbidity among others have been assessed, because directly interfere in the quality of the drink. Through the results, it was possible to determine who among the 20 brands of beer analyzed only one problem with respect to foam, while all others were considered good quality, but do not follow a single pattern. Are marketed as pilsen beers, but none fits, showing a clear reduction in the addition of hops and dilution of the extract.

Keywords: beer, pilsen, analysis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 1: Proporção da água na cerveja..... | 16 |
| Figura 2: Malte de cevada..... | 17 |
| Figura 3: Plantação do lúpulo..... | 18 |
| Figura 4: Flores do Lúpulo..... | 18 |
| Figura 5: Lúpulo aromático (Pellets)..... | 19 |
| Figura 6: Lúpulo amargo (extrato)..... | 19 |
| Figura 7: Célula de levedura..... | 20 |
| Figura 8: Diferença entre baixa fermentação e alta fermentação..... | 21 |
| Figura 9: Fluxograma da produção de cerveja..... | 22 |
| Figura 10: Colorímetro AMV Analyseverfahren modelo-79111..... | 30 |
| Figura 11: Medidor de pH TEC-5..... | 30 |
| Figura 12: Turbidímetro HANNA Modelo HI 9312424..... | 31 |
| Figura 13: Centrífuga Excelsa II 206 BL..... | 31 |
| Figura 14: Espectrofotômetro UV-vis Shimadzu modelo UV-1203..... | 33 |
| Figura 15: Beer Analyser..... | 34 |
| Figura 16: Ultrason..... | 34 |
| Figura 17: Foto durante as análises da cerveja..... | 35 |
| Figura 18: Foto da análise de espuma da cerveja pelo método sigma | 37 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Quantidade de matéria prima por 100L de cerveja..... | 15 |
| Tabela 2: Especificações físico-químicas das águas cervejeiras típicas..... | 16 |
| Tabela 3: Caracterização físico-química de cervejas tipo Pilsen..... | 42 |
| Tabela 4: Variação entre o menor e maior resultado de cada análise..... | 43 |
| Tabela 5: Valores literários..... | 44 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 12 |
| 2 A CERVEJA E SUA HISTÓRIA..... | 13 |
| 2.1. Histórico..... | 13 |
| 2.1.1 A Cerveja no Brasil..... | 14 |
| 2.2 Matérias primas..... | 14 |
| 2.2.1 Água..... | 15 |
| 2.2.2 Malte..... | 16 |
| 2.2.3 Lúpulo..... | 17 |
| 2.2.4 Levedura..... | 19 |
| 2.3 Diferença entre as pilsen lager e american lager..... | 21 |
| 2.4 Produção de cerveja..... | 21 |
| 2.4.1 Moagem..... | 22 |
| 2.4.2 Mosturação..... | 22 |
| 2.4.3 Filtração do mosto..... | 23 |
| 2.4.4 Concentrador..... | 23 |
| 2.4.5 Decantador..... | 23 |
| 2.4.6 Resfriamento e aeração do mosto..... | 24 |
| 2.4.7 Fermentação..... | 24 |
| 2.4.8 Maturação..... | 24 |
| 2.4.9 Filtração..... | 25 |
| 3 CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO MÉDIO..... | 26 |
| 3.1 Avaliação do teor de etanol na cerveja (experimento 1)..... | 26 |
| 3.1.1 Materiais..... | 26 |
| 3.1.2 Procedimento..... | 26 |
| 3.1.3 Discussão..... | 27 |
| 3.2 Dissolução de bicarbonato de sódio na cerveja (experimento2)..... | 27 |
| 3.2.1 Materiais..... | 27 |
| 3.2.2 Procedimento..... | 27 |
| 3.2.3 Discussão..... | 28 |

| | |
|--|-----------|
| 4 MATERIAIS | 29 |
| 4.1 Estabilidade da espuma | 29 |
| 4.1.2 Materiais..... | 29 |
| 4.1.3 Reagente..... | 29 |
| 4.2 Análise da cor | 29 |
| 4.2.1 Materiais..... | 29 |
| 4.3 Análise de pH | 30 |
| 4.3.1 Materiais..... | 30 |
| 4.4 Análise de turbidez | 31 |
| 4.4.1 Materiais..... | 31 |
| 4.5 Análise de amargor | 31 |
| 4.5.1 Materiais..... | 31 |
| 4.5.2 Reagentes..... | 32 |
| 4.6 Densidade; Extrato real; Extrato aparente; Mosto Básico; Álcool; G.F.A e Calorias | 33 |
| 5 MÉTODOS | 35 |
| 5.1 Espuma | 35 |
| 5.1.2 Procedimento:PO.020.LA.CE..... | 36 |
| 5.1.3 Cálculo..... | 37 |
| 5.2 Análise da cor | 38 |
| 5.2.1 Procedimento: PO.024.LA.CE..... | 38 |
| 5.3 Análise de pH | 38 |
| 5.3.1 Procedimento: PO.024.LA.CE..... | 38 |
| 5.4 Análise de turbidez | 39 |
| 5.4.1Procedimento:PO.024.LA.CE..... | 39 |
| 5.5 Análise de amargor | 39 |
| 3.5.1 Procedimento: PO.018.LA.CE..... | 39 |
| 5.6 Análises de Densidade; Extrato real; Extrato aparente; Mosto Básico; Álcool; G.F.A e Calorias | 40 |
| 5.6.1 Procedimento: PO.023.LA.CE..... | 41 |
| 6 RESULTADO DISCUSSÃO | 42 |

| | |
|--|-----------|
| 7 CONCLUSÃO..... | 45 |
| 8 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA..... | 46 |

1 INTRODUÇÃO

Apreciada por muitos, de vários países do mundo, a cerveja está presente em diversas ocasiões. Seja após o expediente de trabalho entre amigos, em reuniões de família ou em grandes eventos. Consumida em grande escala no Brasil, a cerveja é a bebida preferida de milhares de brasileiros. (FREITAS *et al.*, 2006).

Segundo a CervBrasil, Associação brasileira da indústria da cerveja, o consumo “per capita” no Brasil em 2014 foi de 66,9L, sendo o 27º país em consumo por habitante, totalizando um consumo de 14 bilhões de litros no ano. O Brasil ocupa o terceiro lugar no ranking mundial de produção, ficando atrás somente da China e EUA. O setor corresponde a 1,6% do PIB brasileiro e recolhe mais de 20 bilhões por ano em tributos em todo país. (CERVBRASIL, 2015)

A cerveja é uma bebida obtida por meio de um processo de fermentação alcoólica do mosto de cereal maltado, na grande maioria o da cevada, podendo ser adicionados outros cereais e substâncias adjuvantes para condicionar as características desejadas ao produto e aromatizada com flores de lúpulo. É composta de quatro ingredientes básicos para sua produção: água, o malte, a cevada e a levedura (FREITAS *et al.*, 2006).

A proporção água mais os adjuntos, tipos de maltes, pH da água e sua composição química e diversos parâmetros físico-químicos como o próprio pH, cor, turbidez entre outros devem ser avaliados, pois interferem diretamente na qualidade da bebida (MEGA *et al.*, 2012).

Esse trabalho objetivou realizar análises físico-químicas de cervejas comerciais classificadas tipo pilsen fabricadas no Brasil, permitindo descrever as características e discutir se as bebidas são de boa qualidade e se seguem um padrão.

2 A CERVEJA E SUA HISTÓRIA

2.1 Histórico

A origem da cerveja se perde na história. A grande maioria das bebidas elaboradas com cereais nos últimos 8.000 anos é hoje considerada como cerveja. Os egípcios produziam cervejas há mais de 5.000 anos e os babilônios já fabricavam mais de dezesseis tipos de cerveja de cevada, trigo e mel há mais de 4.000 anos antes de Cristo (AQUARONE,2001).

Quando o homem aprendeu a moer os cereais e com eles a preparar o pão, não estava distante dali o caminho que levaria ao pão líquido. Nessa época, os sumérios preparavam uma massa consistente com os grãos moídos e após o cozimento, era consumida como o pão. Essa mesma massa, quando deixada ao tempo, umedecia e fermentava, transformando-se numa espécie de “pão líquido” uma bebida alcoólica por eles consumida. Essa bebida guarda uma semelhança, por menor que seja com a atual cerveja e consta que era também muito apreciada (TSCHOPE, 2002).

Na antiguidade, para elaboração da cerveja, usava-se toda espécie de ingrediente tais como: folha de pinheiros, cerejas silvestres, erva em geral, com resultados as vezes fatais. Então foi preciso regularizar o processo de fabricação da cerveja. Em 1516 o Duque Guilherme IV da Baviera (Alemanha) decretou, a “Lei de Pureza” (Reinheitsgebot). Essa lei é a mais antiga e a mais conhecida do mundo, considerando a manipulação de alimentos, determinava que os ingredientes que poderiam ser usados na produção da cerveja, era a cevada, o lúpulo e a água, no entanto a levedura ainda não conhecida foi agregada nessa lei mais tarde (TSCHOPE, 2002).

A cerveja tipo Pilsen deve seu nome à cidade de Pilsen, na Boêmia, atual República Checa, sendo então o berço desta cerveja fresca e suave. De modo artesanal a cerveja naquela época, por volta de 1840, apresentava-se com problemas devido a contaminação. Como nessa época os conhecimentos bioquímicos eram precários, foi preciso contratar um especialista com novos conhecimentos em cervejas com tendências de maltagem clara (*pale*) e fermentação a frio (*Lager*) (MORADO, 2011)

“Josef Groll produziu, no dia 5 de outubro de 1842, uma nova cerveja, clara e carbonatada, com sabor acentuado e refrescante. Depois de alguns dias, em 11 de novembro, ele apresentou a nova bebida a população da cidade” (MORADO, 2011). Até a metade do século XIX, as cervejas era servidas em copos de louça, madeira estanho e até de couro. Coincidiu-se naquele momento, quando foi lançada a cerveja Pilsen, as novidades dos cristais (na Boêmia eram fabricado os melhores cristais da Europa), com a transparência dos copos de cristais, a cerveja pilsen demonstrou sua cor dourada, também seu colarinho e o borbulhar, demonstrando sua leveza. (MORADO, 2011).

Atualmente a ceveja tipo pilsen é bastante límpida, sua cor vai do amarelo ao dourado, pouco amarga devido ao uso de lúpulo e com aromas florais. São refrescantes, seu volume de álcool varia entre os 4,0 e 5,5%. (MORADO, 2011).

2.1.1 A Cerveja no Brasil

A cerveja foi trazida para o Brasil em 1808 pela família real portuguesa. (REINOLD, 1997). Segundo Coutinho, “Cerveja Marca Barbante” foi à denominação genérica dada às primeiras cervejas brasileiras. Sua fabricação era rudimentar e possuía um alto grau de fermentação, onde as rolhas eram bem amarradas para que não saltasse das garrafas.

A primeira cerveja trazida para o Brasil tinha como característica um baixo teor alcoólico e muito refrescante, conquistando aos poucos a popularidade em nosso país tropical. (MEGA *et al.*, 2012).

Em 1888 foi fundada, no Rio de Janeiro, a Manufatura de cerveja Brahma resultando então, a Companhia Cervejaria Brahma (TSCHOPE, 2002).

Em 1891 a Companhia Antártica Paulista foi a segunda cervejaria, Villiger e Cia, onde o engenheiro suíço Joseph Villiger era o proprietário. Em 1894, a pequena cervejaria foi vendida para a firma George Maschke e Cia, que depois a modernizou e ampliou. Em 1904 a mesma fez a fusão com a Preiss, Haussler e Cia,

de porte que surgiu no Brasil, onde sua primeira unidade de produção entrou em funcionamento com suas instalações no Parque Antártica. (TSCHOPE, 2002).

2.2 Matérias primas

Os quatro ingredientes básicos na produção de cerveja são: a água; o malte; o lúpulo e a levedura, que dependendo da origem e processamento dessas matérias primas, podem caracterizar o produto final.

| Quantidade de matéria-prima p/ produção 100 Litros de cerveja | |
|--|------------------|
| Água | 400 – 800 Litros |
| Cevada Maltada | 16,5 – 17,5 Kg |
| Lúpulo | 150 – 400 g |
| Fermento | 0,5 – 1,0 Litro |

Tabela 01 - Quantidade de matéria prima por 100L de cerveja. (In: SENAI, 2004)

2.2.1 Água

A cerca de 90% da cerveja pronta é constituída por água, sendo a matéria prima mais abundante utilizada durante a produção da cerveja. A água cervejeira deve satisfazer não somente os aspectos gerais de água potável, mas deve ter também características básicas para assegurar o devido pH. Também controlar os sais e compostos orgânicos que estão contidos na água, que influenciam os processos químicos e enzimáticos que ocorrem durante a fabricação e fermentação, o que altera a qualidade do produto final (REINOLD, 1997).



Figura 1. Imagem ilustrativa da proporção da água na cerveja. (In: <http://osfradesbeer.blogspot.com.br>)

A tabela 2 mostra as especificações quantitativas presentes na água cervejeira típicas de algumas regiões (REINOLD, 2016).

| | | Pilsen | Berlim | Burton | Munique | Dortmund |
|------------------------------|-------|---------------|---------------|---------------|----------------|-----------------|
| Resíduos totais | mg/l | 51 | - | 1.226 | 284 | 1.110 |
| CaO | mg/l | 10 | 205 | 375 | 106 | 367 |
| MgO | mg/l | 4 | 37 | 103 | 30 | 38 |
| SO₃ | mg/l | 4 | 314 | 532 | 8 | 241 |
| Cl | mg/l | 5 | - | 36 | 2 | 107 |
| Dureza total | °dH † | 1,6 | 25,7 | 51,8 | 14,8 | 42,0 |
| Dureza permanente | °dH † | 0,3 | 22,5 | 38,6 | 0,6 | 25,2 |
| Dureza carbonatária | °dH † | 1,3 | 3,2 | 13,2 | 14,2 | 16,8 |
| Alcalinidade residual | °dH † | 0,9 | -3,4 | 0,4 | 10,6 | 5,5 |

† 1 unidade de °dH = 10mg/L

Tabela 2 - Especificações físico-químicas das águas cervejeiras típicas. (In: <http://www.cervesia.com.br>)

2.2.2 Malte

O malte é adquirido de maltarias, onde cereais como cevada e trigo são submetidos a um processo de malteação. Os grãos de cereais são primeiramente limpos e selecionados mecanicamente. Depois são colocados na chamada “maceração”, onde o cereal fica alternadamente em contato com a água e ar por até 3 dias, logo coloca-se o mesmo em caixas de germinação por até 5 dias. Durante esse processo, diversas ligações proteolíticas e amilolíticas são decompostas, finalizando

o malte é seco e torrado (REINOLD, 2016).

Segundo Renold, 2016, a base da cor e sabor da cerveja é determinado na maltaria e não na cervejaria. O malte influencia o sabor da cerveja mais de que qualquer outro ingrediente, onde o mesmo irá determinar a cor final, sabor, sensação na boca, corpo e aroma. Considerando o malte da cevada, dependendo do estilo de cerveja desejado, e o tipo de malte, serão utilizados de 15 a 17 kg de malte para produzir um hectolitro (cem litros) de cerveja.



Figura 2. Imagem ilustrativa do malte de cevada. (In: <http://www.lojabio2.com.br>)

2.2.3- Lúpulo

“ O lúpulo (*Humulus lupulus L.*) é uma planta trepadeira , perene, que pertence ao grupo das Urticácias e da família cannabaceae” (REINOLD, 2016).



Figura 3. Imagem ilustrativa da plantação do lúpulo. (In:<http://www.verema.com>)

Segundo Reinold, 2016 inicialmente nas cervejarias utilizava-se o lúpulo in natura, na forma de flores prensadas em grandes fardos, que eram reduzidos a porções menores, de uma certa maneira que pudesse ser adicionados ao cozinhador de mosto. Desta maneira se evoluiu para extratos líquidos ou pastosos e os diversos tipos de pellets.



Figura 4. Imagem ilustrativa das flores do lúpulo. (In:<http://blog.elefanteverde.com.br>)

O lúpulo pode ser dividido basicamente em dois tipos: o aromático e o amargo. Os lúpulos aromáticos são caracterizados por terem ácidos alfa baixos e ácidos beta altos. Esses tipos de lúpulo são normalmente adicionados no final de fervura do mosto, os mesmos são considerados lúpulos de acabamento. Lúpulos amargos são adicionados no início da fervura, onde será extraído o amargo para o mosto, esse tipo de lúpulo possui níveis bem mais altos de ácido alfa do que ácido beta (AQUARONE, 2001).



Figura 5. Imagem ilustrativa do lúpulo aromático (pellets). (In: <http://www.hmezad.si>)



Figura 6. Imagem ilustrativa do lúpulo amargo (extrato). (In: <http://coa.countrymaltgroup.com>)

2.2.4 Levedura

As leveduras pertencem ao Reino Fungi, são unicelulares, sua reprodução se dá por brotamento ou gemulação. As leveduras utilizadas na produção de cerveja pertencem à espécie *Saccharomyces cerevisiae*.

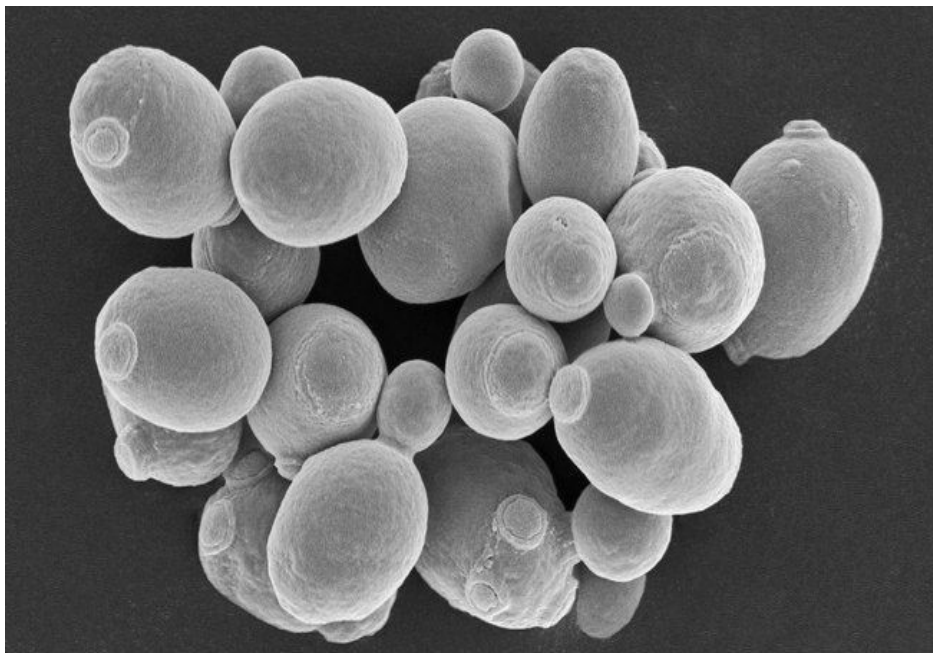


Figura 7. Célula de levedura. (In: <http://ultimosegundo.ig.com.br>)

Nas cervejarias as leveduras são classificadas conforme o seu comportamento durante seu processo fermentativo. Se durante a fermentação ela sobe para a superfície do mosto, é denominada “de alta fermentação”, (ale); podendo ocorrer até em temperatura ambiente. Já “baixa fermentação”, (lager), ocorrem em temperaturas mais baixas (ALVES, 2010).

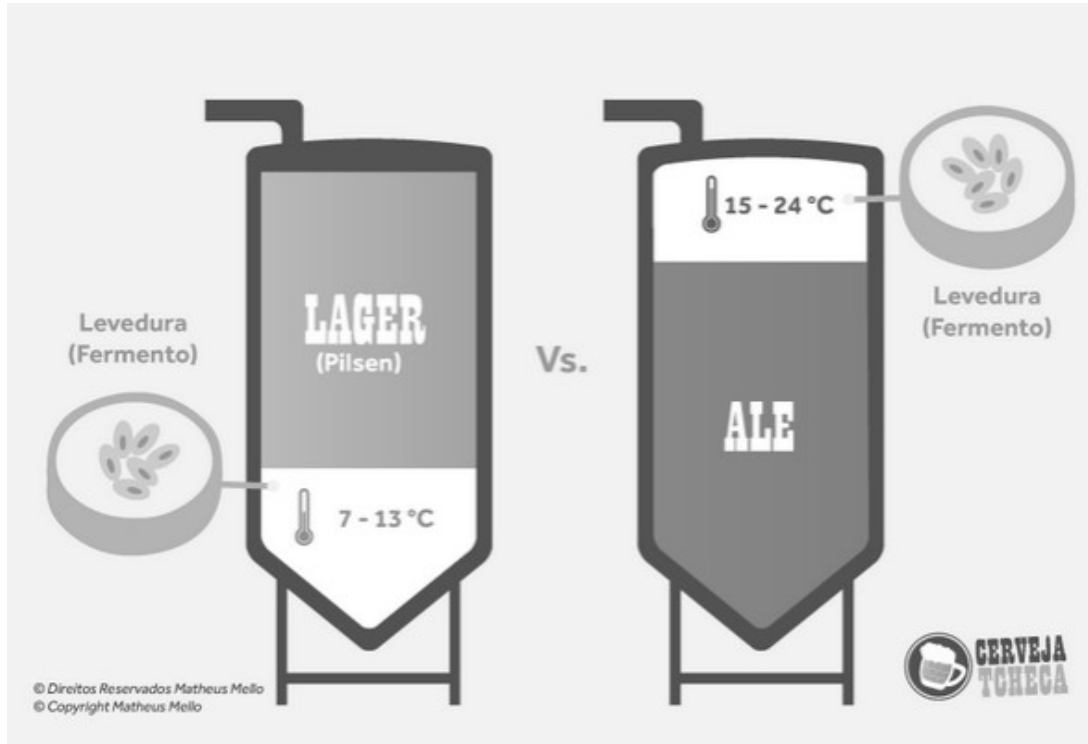


Figura 8. Diferença entre baixa fermentação e alta fermentação. (In: <http://cervejatcheca.com>)

2.3 Diferença entre as pilsen lager e american lager.

Entre muitas diferenças desses dois tipos de cerveja, pode-se destacar a quantidade de lúpulo adicionado. Segundo o BJCP (Beer Judge Certification Program Inc.), sendo uma entidade sem fins lucrativos, mas aceita mundialmente, uma verdadeira pilsen tem no mínimo 25 IBU (Unidade Internacionais de Amargor) podendo chegar até 45 IBU. Já as american lager estão entre 8 e 18 IBU (BONACCORSI, 2016).

Enquanto as cervejas tipo pilsen, são produzidas com puro malte, as american lager tem em sua composição adjuntos como arroz ou milho, podendo chegar a 40% em relação ao malte, que pode, em alguns casos, parecer “aguada” (MORADO, 2011).

2.4 Produção de cerveja

A figura 9 mostra o processo de produção de cerveja indicando as etapas básicas desde o recebimento da matéria prima, passando pela moagem, mosturação,

fermentação, maturação, filtração até o envase.

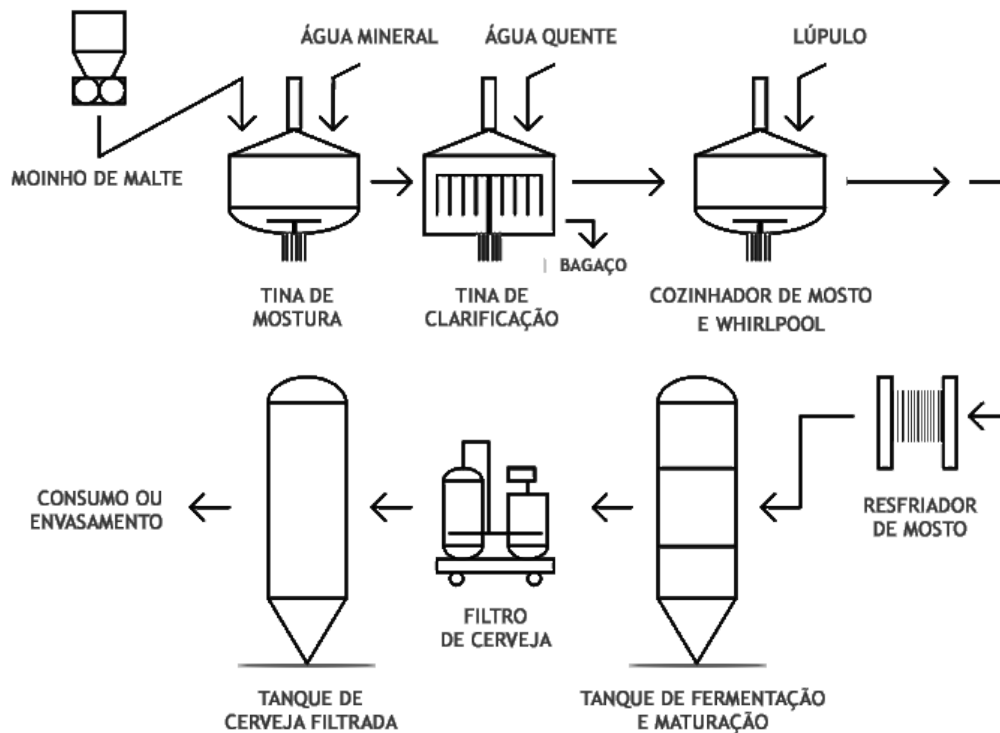


Figura 9. Fluxograma da produção de cerveja. (In:<http://www.dortmund.com.br>)

2.4.1 Moagem

A moagem do malte ocorre em moinhos que possuem como função promover um corte na casca e então liberar o amido para o processo seguinte. Através da moagem, também ocorre a diminuição do tamanho do amido, aumentando a velocidade de hidrólise do amido. Para que não se tenha um malte muito fino, é importante que a moagem não seja muito severa, pois a casca do malte serve como material filtrante, caso a mesma é totalmente triturada, resultaria na diminuição da velocidade de filtragem. Quando a moagem é muito grosseira, pode ocorrer perdas de rendimento no processo. (KUCK,2008)

2.4.2. Mosturação

Na mostura o malte moido é misturado à água cervejeira para dissolução das substâncias solúveis. Seu objetivo é decompor o amido do malte em açúcares fermentescíveis (glicose, maltose e maltotriose) e não fermentescíveis (dextrinas), e degradação de proteínas em cadeias menores. O uso de temperaturas programadas são necessários para que ocorra a ativação de enzimas presentes no malte (MEDEIROS,2010).

2.4.3 Filtração do mosto

Após o término da mosturação, o mosto deve ser separado da parte sólida insolúvel da massa em um recipiente denominado tina de filtração. Essa fase divide-se em duas etapas: filtração do mosto primário e a lavagem do bagaço, ou obtenção do mosto secundário (ALVES, 2010).

2.4.4 Concentrador

O mosto obtido da junção do mosto primário e secundário é submetido a fervura no concentrador. O objetivo de ferver o mosto é inativar as enzimas do meio; concentrar o extrato; esterelizar; precipitar proteínas; modificar e extrair os compostos amargos do lúpulo; formar ácidos para redução do pH; eliminar compostos voláteis indesejáveis, como os sulfurosos.(KUCK, 2008)

2.4.5 Decantador

Após a fervura, o mosto é transferido para um decantador, denominado de “whirlpool” que tem o formato de um cilindro-cônico. Assim são separados partes sólidas como o bagaço do lúpulo e proteína, formando o “trub” quente (AQUARONE et al, 2001).

2.4.6 Resfriamento e aeração do mosto

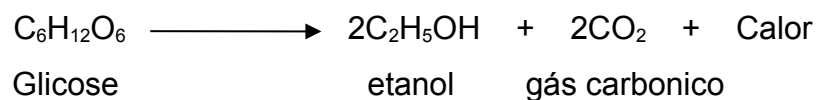
O resfriamento do mosto normalmente ocorrem em trocadores de calor. A necessidade de se resfriar o mosto tem por objetivo reduzir a temperatura até atingir a temperatura adequada para fermentação, do tipo alta ou baixa. Mostos de cerveja tipo *lager*, o resfriamento ocorre entre 7 e 15°C e do tipo *Ale* são resfriados em média entre 18 e 22°C (KUCK, 2008).

Nas cervejarias a aeração do mosto é feita através da introdução de ar estéril ou oxigênio na linha de mosto frio (KUCK, 2008).

2.4.7 Fermentação

A fermentação ocorre dentro de Tanques fechados, revestidos por uma camisa externa que troca calor com fluido refrigerante (amônia ou etileno glicol) para manter a temperatura desejada. Nessa fase as leveduras irão consumir os açúcares fermentescíveis, se reproduzir e produzir álcool e dióxido de carbono, além de alguns ésteres, ácidos e álcoois superiores que irão transmitir propriedades organolépticas à cerveja. (ALVES, 2010).

Abaixo está a equação química da transformação do açúcar em álcool.



2.4.8 Maturação

A maturação ocorre após a fermentação principal. Assim, a maturação é um repouso prolongado da cerveja, onde ocorrem a fermentação secundária, saturação com CO₂, clarificação e reações que irão produzir aromatizantes essenciais para cerveja. (KUCK, 2008)

2.4.9 Filtração

Segundo Reinold ,1997 “o objetivo da filtração é estabilizar a cerveja e clarificá-la”. Essas substâncias que requerem filtração, são aquelas que refratam e absorvem a luz incidente, provocando nítidas formas de turvações. São utilizados filtros de terra diatomáceas e de placas de celulose, em algumas cervejarias utilizam-se centrífugas para uma pré clarificação antes da cerveja seguir para filtração principal. Esta etapa não altera a composição e o sabor da cerveja, no entanto, é fundamental para garantir seus aspectos translúcido (KUCK, 2008)

3 CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO MÉDIO

“As características físico-químicas da cerveja permitem igualmente a sua inserção como tema motivador para aulas de química e de biologia no ensino médio” (ROSA e AFONSO, 2015).

A contextualização de temas no ensino de química constitui-se um aspecto relevante para a aprendizagem, principalmente com a possibilidade da produção de atividades experimentais, caracterizando algo observável e provocador de discussões. Podendo ser usufruídas também nas aulas de biologia e matemática, assim favorecendo a produção do conhecimento científico (LUCA *et al.*, 2013).

A cerveja pode ser usada como uma ferramenta versátil e de baixo custo para aulas práticas ou demonstrativas, possibilitando a compreensão de conceitos como pH e concentração de solutos dissolvidos (ROSA e AFONSO, 2015).

3.1 Avaliação do teor de etanol na cerveja (experimento 1)

3.1.1 Materiais.

- Cervejas de diversos tipos (com e sem álcool) e marcas diferentes, sem os rótulos originais, devidamente numeradas;
- Provetas (250 – 500 mL) identificadas de acordo com a numeração das cervejas;
- Densímetro calibrado para determinação do percentual em volume de etanol (alcolímetro de Gay-Lussac) (ROSA e AFONSO, 2015).

3.1.2 Procedimento:

Despejar lentamente a cerveja na proveta, minimizando a formação da espuma. Após esta desaparecer, mergulhar o densímetro. Avaliar o percentual de etanol no líquido com base na escala impressa no instrumento. Todos os experimentos devem

ser feitos à temperatura constante a do local no momento do experimento (ROSA e AFONSO, 2015)

3.1.3 Discussão:

Identificar as cervejas com e sem etanol e verificar se elas se enquadram na faixa de teor alcoólico (% em volume) definida na embalagem original. Compreender por que a temperatura deve ser a mesma ao longo dos experimentos (ROSA e AFONSO, 2015)

3.2 Dissolução de bicarbonato de sódio na cerveja (experimento 2)

3.2.1 Materiais:

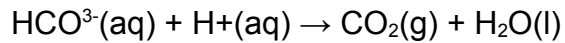
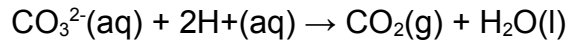
- Proveta de 250 mL;
- Cerveja de qualquer tipo de coloração clara;
- Bicarbonato de sódio sólido;
- Espátula;
- Tiras de papel indicador universal de pH.

3.2.2 Procedimento:

Avaliar o pH inicial da cerveja por meio do papel indicador de pH; Adicionar, aos poucos, por meio da espátula, pequenas porções de bicarbonato de sódio. Esperar cessar o desprendimento de gás antes da nova adição; Quando a adição do bicarbonato não produzir mais gás, avaliar o novo pH do líquido.

3.2.3 Discussão:

A dissolução de carbonatos e bicarbonatos reduz a acidez da cerveja devido às reações:



Os alunos devem compreender por que em pH próximo da neutralidade não ocorre mais liberação de CO_2 . O pH final, levemente ácido (~6), lembra o pH da chuva natural saturada em CO_2 ($0,05 \text{ mol L}^{-1}$) (ROSA e AFONSO, 2015).

4 MATERIAIS

4.1 Estabilidade da espuma.

4.1.2 Materiais:

- Funil especial para determinação de espuma com marcação em 800ml;
- Banho Maria a $25 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, ou sob a temperatura constante;
- Cronômetro;
- Suporte com anel e garras;
- Vidro de relógio no mínimo 100 mm de diâmetro;
- Provetas graduadas de 25 e 100ml;
- Becker de 250ml;

4.1.3 Reagente:

- Álcool octílico (agente anti-espumante) - $\text{C}_8\text{H}_{18}\text{O}$

4.2 Análise da cor

4.2.1 Materiais:

- Colorímetro;
- Cubeta de 25mm para Cerveja;
- Disco para cor de cerveja escala I, faixa 2 – 6,0 EBC (European Brewers Convention);
- Frasco coletor (pet 600ml);
- Aparelho Ultrason.

A figura 10 mostra o colorímetro utilizado na medição.



Figura 10. Colorímetro AMV Analyseverfahren modelo-79111. (In:Acervo pessoal)

4.3 Análise de pH

4.3.1 Materiais:

- pH-metro;
- Solução tampão pH = 4 e pH = 7;
- Bequer de 150ml.
- Frasco coletor (pet 600ml);
- Aparelho Ultrason.



Figura 11. Medidor de pH TEC-5. (In: <http://www.tecnal.net.br>)

4.4 Análise de turbidez

4.4.1 Materiais:

- Cuveta;
- Aparelho Ultrason;
- Frasco coletor (pet 600ml);
- Turbidímetro;



Figura 12. Turbidímetro HANNA Modelo HI 93124. (In: <http://www.splabor.com.br>)

4.5 Análise de amargor.

4.5.1 Materiais:

- Funil de Separação;
- Espectrofotômetro de precisão para leitura na faixa do U.V., com cubeta de quartzo de 10mm;
- Pérolas de Vidro;

- Agitador mecânico do tipo Kahn;
- Espátula de aço inox;
- Suporte de tubos adequados para encaixe no agitador;
- Erlenmeyer de 1000 ml;
- Centrífuga (velocidade de operação: 3000 r.p.m);
- Tubos de Centrífuga de 50 ml para BU com tampa;
- Pipetas Volumétricas de 0,5 ml, 10 ml;

4.5.2 Reagentes:

- 2,2,4 Trimetilpentano - $(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_3$
- Ácido Clorídrico 6N (1:1) - HCl

As figuras 13 e 14. Mostram os modelos utilizado.



Figura 13. Centrífuga Excelsa II 206 BL. (In: <http://www.fanem.com.br>)



Figura 14. Espectrofotômetro UV-vis Shimadzu modelo UV-1203. (In: <https://repositorio.ufsc.br>)

4.6 Análises de densidade; extrato real; extrato aparente; mosto básico; álcool; G.F.A e calorias

4.6.1 Materiais:

- Frasco Coletor (tipo pet 600ml);
- Funil de plástico de 8cm de diâmetro;
- Garrafa pequena de vidro;
- Algodão Hidrófilo;
- Ultrason;
- Aparelho Beer Analyzer;
- Cubeta com tampa própria do aparelho Beer Analyzer;

As figuras 15 e 16. Mostram os modelos dos equipamentos utilizados.



Figura 15. Beer Analyser (In: <http://www.amco-instruments.com>)



Figura 16. Ultrason. (In:Acervo pessoal)

5 MÉTODOS

Foram analisadas amostras de 20 marcas de cervejas disponíveis no mercado brasileiro. As análises foram realizadas através dos métodos retirados do livro padrão do controle de qualidade, no laboratório Físico-Químico da Cervejaria Malta Ltda, Assis-SP no primeiro semestre de 2016. Foram analisadas os seguintes parâmetros: Estabilidade da espuma; Cor; pH; Turbidez; Amargor; Densidade; Extrato real; Extrato aparente; Mosto Básico; Álcool; G.F.A e Calorias, em triplicata.



Figura 17- Foto durante as análises da cerveja, no laboratório físico-químico da Cervejaria Malta Ltda. (In: Acervo pessoal)

5.1 Estabilidade da espuma

O método utilizado para determinar a espuma nas cervejas foi o método Sigma. Onde Σ (Sigma) indica o tempo de vida média de uma bolha de espuma. As amostras de cervejas foram estabilizadas numa temperatura ambiente constante de 25°C em banho-maria.

5.1.2 Procedimento: PO.020.LA.CE.

- Foram feitas as determinações em temperatura ambiente (22 a 27°C).
- Estabilizou-se a temperatura da cerveja nas latas a $25 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, usando o banho-maria.
- Foi lavado completamente o funil com uma solução de detergente a quente.
- Foi rinsado com água destilada a quente e depois com água destilada em aproximadamente 25°C.
- Prendeu-se o funil a uma altura adequada e escoou-se durante 1 minuto.
- Foram efetuadas as determinações de espuma imediatamente após terminar o escoamento do funil.
- Abriu-se a lata, limpou e secou a mesma, apoiou-se a lata na beira do funil orientando o fluxo da cerveja para o centro do funil, transvazou lentamente para evitar retenção de ar.
- Adicionou-se cerveja até que a espuma alcançasse a marca dos 800 ml, então iniciou o cronômetro, e foi coberto o funil com um vidro relógio.
- Após 30 segundos, foi aberto a torneira do funil deixando a cerveja escoar em 25 a 30 segundos para um becker, numa velocidade tão uniforme quanto possível; nos últimos 2 segundos foi aberto mais a torneira até que uma pequena porção de espuma transvazasse..
- Parou imediatamente o cronômetro, zerou e apertou novamente. Foi desprezado a cerveja escoada e a espuma.
- Após exatamente 200 segundos, escoou-se a cerveja formada pelo rebatimento da espuma, para uma proveta graduada de 100mL, com uma velocidade de tal ordem, que toda a cerveja escoasse de 25 a 30 segundos (tempo total de 225 a 230 segundos).
- No momento em que a última gota de cerveja escoou, foi fechada a torneira e parou o cronômetro.
- Foi anotado o tempo "t" em segundos e o volume "b" de cerveja escoada.
- Para rebater a espuma restante, lavou-se o funil com 3 gotas de Álcool Oetílico deixando descansar.

- Foi aberto totalmente a torneira e deixou o líquido escoar para uma proveta de 25ml durante 1 minuto.
- Então foi anotado o volume "c" de cerveja escoada (líquido escoado menos 2ml do agente anti - espumante).

5.1.3 Cálculo;

$$\text{Sigma} = \frac{t}{2,303 \log \frac{b + c}{c}}$$

Onde:

t = tempo de rebatimento da espuma (entre 225 e 230 segundos).

b= volume de cerveja obtida a partir da espuma residual no tempo t.

c= volume de cerveja obtida a partir da espuma residual no tempo t - 2mL do agente.

Figura 18. Mostra uma imagem referente a análise da espuma da cerveja.



Figura 18. Foto da análise de espuma da cerveja pelo método sigma (In: Acervo pessoal).

5.2 Análise da Cor

Através do método visual, a cor foi determinada utilizando discos colorimétricos para cor de cerveja escala I, faixa 2,0 – 6.0 EBC (European Brewrs Convention) em um colorímetro Hellige.

5.2.1 Procedimento: PO.024.LA.CE.

- A amostra deve estar em temperatura ambiente e descarbonatada.
- Processo de descarbonatação:
- Foi coletado cerca de 300ml da cerveja a ser analisada, colocou-se na garrafa (pet 600ml) agitou um pouco e abriu a tampa devagar para liberar o CO₂, após este processo foi levado até o Ultrason e deixou-se pôr 8 a 10 minutos.
- Colocou-se a amostra descarbonatada na cubeta de 25mm, foi levado até o colorímetro e através do disco de cor definiu-se visualmente a combinação da cor da cerveja com a do disco.

5.3 Análise do pH

A leitura do pH nas amostras foram obtidas através de um pH-metro da marca tecnal, modelo TEC-5 onde primeiramente calibrou-se o pH-metro em solução tampão pH = 4 e pH = 7 e após foram realizadas as análise.

5.3.1 Procedimento: PO.024.LA.CE.

- A amostra esteve em temperatura ambiente e descarbonatada.
- Calibrou-se o pH-metro em solução tampão pH = 4 e pH = 7.
- Foi colocado cerca de 100ml da amostra em um béquer.
- Introduziu-se o eletrodo do pH - metro na amostra, de tal maneira que o bulbo de leitura ficasse submerso na amostra.

- Aguardou-se a estabilização da leitura.

5.4 Análise de Turbidez

O resultado da turbidez das amostras foram adquiridas através da leitura feita por um turbidímetro de marca-HANNA, Modelo HI 93124.

5.4.1 Procedimento: PO.024.LA.CE.

- Foi rinçado a cuveta com a amostra.
- Completou-se com a cerveja.
- Foi posto a cuveta no turbidímetro e efetuou-se a leitura

5.5 Análise de amargor

A determinação do índice de amargor nas amostras de cerveja tipo pilsen, foram feitos através do método de titulação em triplicata, usando o reagente Trimetilpentano (iso-octano). Depois de centrifugado, as leituras foram feitas no Espectrofotômetro à 275nm. A unidade de medida é (I.B.U), *Unidade* Internacional de Amargor.

3.5.1 Procedimento: PO.018.LA.CE.

- As amostras carbonatadas foram equilibradas para 20 a 25°C e posteriormente descarbonatadas, deixando a espuma assentar.
- Processo para descarbonatação da amostra:
- Utilizou-se erlenmeyer de 1000ml, rinsando o mesmo com a amostra e colocando cerca de 300ml da amostra para descarbonatar. Foi colocador uma

rolha na boca do erlenmeyer agitando em seqüência, deixou em repouso para a espuma abaixar e novamente foi agitado, tornando a deixar a espuma abaixar. Foram feitos esse procedimento várias vezes até não ter mais gás e a espuma repousar, pois a espuma interfere no resultado final da análise.

- Pipetou-se 0,5ml de Ácido Clorídrico 6N para o tubo de centrifuga de 50ml.
- Pipetou-se 10ml da amostra.
- Acrescentou-se 20ml de Trimetilpentano (iso-octano), utilizando o repipetador automático.
- Foram colocados 9 pérolas de vidro (pequena);
- Fecharam-se os tubos da centrífuga. Procedendo as amostras em Triplicata.
- Colocou-se na grade e depois na mesa agitadora durante 30 minutos em 200 r.p.m.
- Após ter retirado da mesa agitadora, foi centrifugado por 15 minutos a 3.000 r.p.m., separando bem as fases.
- Foram feitas as leitura no Espectrofotômetro à 275nm, utilizando como branco o próprio.
- Trimetilpentano (iso-octano).

Obs:. Caso seja observado qualquer turvação na fase do Trimetilpentano (iso-octano), repetir a centrifugação.

5.5.2 Cálculo:

IBU = Média Absorbância x 50 x Fator do HCL

5.6 Densidade; Extrato real; Extrato aparente; Mosto básico; Álcool; Grau de fermentação alcoólico (G.F.A) e Calorias

As análises de Densidade; Extrato real; Extrato aparente; Mosto Básico; Álcool; G.F.A e Calorias foram feitas através de um equipamento analizador de cerveja da marca Anton Paar e modelo DMA 5000. Nesse equipamento é possível obter os resultados dessas análises simultaneamente.

5.6.1 Procedimento: PO.023.LA.CE.

- Foram coletados cerca de 300ml da cerveja a ser analisada.
- Agitou-se um pouco, depois foi aberto a tampa do frasco devagar para liberar o CO₂.
- Após, foi levado até o ultrason e deixou descarbonatando durante 8 minutos.
- Depois deste tempo agitou-se novamente, abrindo a tampa devagar para certificar que não há gás na amostra.
- Foi colocado um chumaço pequeno de algodão no funil e filtrar a amostra.
- Rinsou-se a cubeta com a amostra e enchendo a mesma, de tal forma que quando tampada não transbordasse.
- Levando até o aparelho Beer Analyzer e efetuando a leitura.

Obs. Após a passagem de cada amostra é necessário que deixe passar uma cubeta de água destilada.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela a seguir traz os resultados das análises realizadas.

| Amos- tras | Espuma (Σ) | Cor (E.B.C) | pH | Turbiez (E.B.C) | Amargo (I.B.U) | DR (g/cm ³) | ER (°Plato) | EA (%) | MB (°Plato) | Álcool % (v.v) | G.F.A | Calorias kj/100mL |
|---------------|------------------------|----------------|------|--------------------|-------------------|----------------------------|----------------|-----------|----------------|-------------------|-------|----------------------|
| C:1 | 76 | 6,5 | 4,26 | 0,48 | 6,0 | 1,008 | 4,14 | 2,63 | 10,57 | 4,21 | 75,14 | 158,93 |
| C:2 | 106 | 6,0 | 4,33 | 0,38 | 5,0 | 1,007 | 3,78 | 2,30 | 10,09 | 4,10 | 77,60 | 151,11 |
| C:3 | 71 | 6,3 | 4,14 | 0,78 | 7,5 | 1,006 | 3,47 | 1,85 | 10,39 | 4,51 | 82,23 | 155,49 |
| C:4 | 90 | 6,8 | 4,23 | 1,05 | 10,5 | 1,009 | 4,44 | 2,76 | 11,62 | 4,72 | 76,28 | 175,28 |
| C:5 | 91 | 7,0 | 4,31 | 0,45 | 6,5 | 1,008 | 4,13 | 2,54 | 10,90 | 4,44 | 76,73 | 163,99 |
| C:6 | 0 | 5,5 | 4,48 | 0,49 | 4,5 | 1,007 | 3,96 | 2,34 | 10,82 | 4,49 | 8,35 | 162,55 |
| C:7 | 90 | 5,0 | 4,47 | 0,27 | 3,5 | 1,007 | 3,74 | 2,14 | 10,58 | 4,46 | 79,90 | 158,67 |
| C:8 | 108 | 5,0 | 4,43 | 0,37 | 4,0 | 1,006 | 3,50 | 1,98 | 9,99 | 4,22 | 80,17 | 149,33 |
| C:9 | 107 | 7,0 | 4,33 | 0,67 | 7,0 | 1,007 | 3,90 | 2,37 | 10,42 | 4,26 | 77,22 | 156,40 |
| C:10 | 86 | 5,5 | 4,40 | 0,42 | 7,5 | 1,007 | 3,89 | 2,25 | 10,83 | 4,54 | 79,20 | 162,69 |
| C:11 | 52 | 6,5 | 4,57 | 0,75 | 6,5 | 1,007 | 3,89 | 2,34 | 10,49 | 4,31 | 77,65 | 157,43 |
| C:12 | 117 | 6,0 | 4,13 | 0,69 | 9,0 | 1,008 | 4,1 | 2,47 | 11,02 | 4,54 | 77,57 | 165,76 |
| C:13 | 102 | 6,0 | 4,39 | 0,59 | 7,5 | 1,007 | 3,84 | 2,31 | 10,37 | 4,26 | 77,75 | 155,52 |
| C:14 | 119 | 5,5 | 4,01 | 0,40 | 8,0 | 1,008 | 3,96 | 2,39 | 10,70 | 4,37 | 77,58 | 160,71 |
| C:15 | 112 | 5,0 | 4,14 | 0,49 | 8,0 | 1,007 | 3,83 | 2,31 | 10,31 | 4,23 | 77,58 | 153,52 |
| C:16 | 68 | 7,0 | 4,41 | 0,50 | 5,5 | 1,006 | 3,52 | 1,90 | 10,39 | 4,48 | 81,68 | 155,46 |
| C:17 | 115 | 5,5 | 4,1 | 0,33 | 8,0 | 1,008 | 4,12 | 2,59 | 10,66 | 4,28 | 75,74 | 159,71 |
| C:18 | 88 | 5,0 | 4,50 | 0,45 | 4,5 | 1,007 | 3,73 | 2,14 | 10,48 | 4,41 | 79,57 | 157,10 |
| C:19 | 117 | 7,0 | 4,35 | 0,89 | 8,0 | 1,007 | 3,81 | 2,20 | 10,67 | 4,48 | 79,39 | 160,10 |
| C:20 | 90 | 6,0 | 4,37 | 0,33 | 6,5 | 1,007 | 3,88 | 2,33 | 10,45 | 4,29 | 77,66 | 156,78 |

DR - Densidade Relativa; ER - Extrato Real; EA - Extrato Aparente; MB - Mosto Básico; GFA-Grau de Fermentação Alcoólico

Tabela 3. Caracterização físico-química de cervejas tipo Pilsen.

Observa-se que na tabela 3 em relação à espuma, a amostra C: 6 foi a única que não atingiu um índice satisfatório, mesmo repetindo a análise, no entanto as demais análises obtiveram resultados dentro da média.

Os valores encontrados para o extrato e o grau de fermentação alcoólico estão de acordo com os resultados obtidos por Souza, *et al.* (2010), que analisaram 8 tipos de cervejas tipo pilsen. Variando de 3,45 % v/v a 4,46% v/v.

A tabela 04 apresenta a variação entre os resultados das amostras de cervejas tipo Pilsen.

| Determinação | Menor e Maior |
|--------------------------------|----------------------|
| Amargor (I.B.U) | 3,5 - 10,5 |
| Calorias (kj/100mL) | 149,33 - 175,28 |
| Cor (E.B.C) | 5,0 - 7,0 |
| Densidade (g/cm ³) | 1,006 - 1,009 |
| Espuma (Sigma) | 52 - 119 |
| Extrato Aparente (°Plato) | 1,85 - 2,76 |
| Extrato Real (%) | 3,47 - 4,44 |
| Grau de Fermentação (%) | 75,14 - 82,23 |
| Mosto Básico °Plato | 9,99 - 11,62 |
| pH | 4,01 - 4,57 |
| Teor Alcoólico (% v.v) | 4,10 - 4,72 |
| Turbidez (E.B.C) | 0,27 - 1,05 |

Tabela 4: Variação entre o menor e maior resultado de cada análise.

Na tabela 4, foi observado os resultados do pH, onde os mesmos ficaram na faixa de 4,01 à 4,57, sendo de fundamental importância, mantendo a bebida isenta de microrganismos patogênicos, como a bactéria botulínica (*Clostridium botulinum*), que causa o botulismo e evitando outras contaminações posteriores (ALVES, 2010). Foi possível fazer uma comparação com os resultados das análises do teor alcoólico com as informadas nos rótulos. A variação de álcool impressas nas latas ficaram entre 4,4% à 5,0% enquanto os resultados obtidos pelas análises variaram entre 4,1% à 4,7%. Com isso os valores ficaram em média 0,3% menores que informados nos rótulos. Essa diferença pode acontecer devido a volatilização do álcool durante a descarbonatação da cerveja.

As amostras que apresentaram resultados do mosto básico (extrato original) próximos à 10°Plato, são as chamadas cervejas leve pilsen, onde as mesmas mostraram uma nítida diminuição do amargor. Isso porque em sua composição é adicionado mais água.

A tabela 5 apresenta valores padrões estabelecidos pela ANVISA decreto número 2.314/1997 (SOUZA, et.al, 2010)

Padões estabelecidos pela ANVISA decreto nº 2.314/1997

| Determinação | Valores Médios Teóricos |
|-----------------------|--------------------------------|
| Extrato (%) | 2,0 - 7,0 |
| Densidade | 1,007 - 1,022 |
| Grau de Fermentação | *** |
| Teor Alcoólico (° GL) | 2,0 - 4,5 |

*** < 50 baixa fermentação; 50- 60 média fermentação;>60altafermentação

Tabela 5. Valores literários. (In: SOUZA *et. al*, 2010)

Através dos valores da densidade, é possível determinar aproximadamente o extrato seco e o teor de açúcar nas cervejas. Pois o açúcar e ácidos são mais pesados que a água, podendo refletir influência líquida dos materiais dissolvidos. (ALVES, 2010). De acordo com os valores literários da tabela 5, o grau de fermentação deveria ser menor que 50%, mas os resultados ficaram acima de 60%, onde a literatura determina que é uma cerveja “Ale” alta fermentação e não do tipo “lager” de baixa fermentação como especificada nos rótulos. Com esses resultados geram dúvidas sobre as proporções de materias-primas utilizadas e o controle do processo de fabricação nas cervejarias.

7 CONCLUSÃO

Discutindo os resultados, foi possível determinar que entre as vinte marcas de cervejas analisadas apenas uma apresentou problema com relação a espuma, enquanto todas as demais são consideradas de boa qualidade, mas não seguem um único padrão, podendo ser divididas em dois grupos: como leves e medianas em relação a seus extratos e amargor. Também pode se concluir que apesar de serem vendidas como cerveja pilsen e cerveja leve pilsen, nenhuma delas se encaixam com esse padrão, e sim como uma american lager. As verdadeiras pilsen são produzidas com 100% de malte de cevada e carregam mais lúpulo em sua fórmula, deixando-a com um aroma mais intenso. Enquanto todas as marcas analisadas, informam em seus rótulos a adição de cereais não maltados, carboidratos e aditivos como antioxidantes e conservantes. Mas o que mais se destacou foi os resultados do amargor, que mostram uma nítida diminuição na adição de lúpulo na maioria delas, principalmente nas que apresentaram com menor extrato.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ALVES, Lindemberg Martins Ferreira. **Análise físico-química de cervejas tipo pilsen comercializadas em Campina Grande na Paraíba.** Trabalho de Conclusão de Curso, U.E.P.B, Campina Grande-PB, setembro.2010.

AQUARONE, Eugênio. et al. Biotecnologia Industrial. **Produção de alimentos** vol. 4. Ed Edgard Blücher LTDA. São Paulo, 2001.

BONACCORSI, Mauro manzali. **Guia de Estilos de Cervejas BJCP 2015.** Disponível em: <http://www.acervamineira.com.br/wp-uploads/2016/06/BJCP-2015_Pt_Br.pdf> Acesso em: 13/11/2016.

CERVBRASIL; **Associação brasileira da indústria da cerveja.** Anuário 2015. Disponível em: <<http://www.cervbrasil.org.br/paginas/index.php>> Acesso em: 30/5/2016.

COUTINHO, Carlos Alberto Tavares. **A história da cerveja no Brasil.** Disponível em: <<http://www.cervesia.com.br/historia-da-cerveja/72-a-historia-da-cerveja-no-brasil.html>>. Acesso em: 05/07/2016.

FREITAS G.L.; KUSKOSKI, E. M.; GONZAGA,L.; FETT, R. **Avaliação da Atividade Antioxidante de Diferentes Cervejas Aplicando Os Métodos ABTS e DPPH.** Alimento e Nutrição, Araraquara, v.17,n.3, p.303-307, jul./set.2006.

KUCK, L. S. **Cerveja: sabor e aroma.** 46f. Trabalho acadêmico – Graduação em Química de Alimentos. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

LUCA, Anelise Greenfeld; SCHNEIDER, Araceli Gonçalves; SANTOS, Sandra Aparecida dos; WEISE, Fernando Guchert. **Fermentação Alcoólica: Uma Abordagem Experimental Para O Ensino De Biologia E Química.** Disponível em:

<http://santoangelo.uri.br/erebiosul2013/anais/wpcontent/uploads/2013/07/comunicacao/13346_40_Anelise_Grunfeld_de_Luca.pdf>. Acesso em:13/10/2016.

MEDEIROS, Cláudio Dantas de. **Efeito de variáveis de processo no tempo de fermentação da cerveja e na concentração das dicetonas vicinais totais (TVDK)** Dissertação de Mestrado, UFRN, Programa Pós-Graduação em Engenharia Química, setembro.2010.

MEGA, J. F., et al. **A produção da cerveja no Brasil**. Revista CITINO, vol1, nº 1, outubro – dezembro de 2011.

MORADO, RONALDO. **Larousse da Cerveja**, 3º reimpressão:2011. São Paulo: Larousse do Brasil, 2009.

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

REINOLD, M.R. **Tipos de Malte**. Disponível em: <<http://www.cervesia.com.br/malte/25-tipos-de-malte.html>>. Acesso em 02/07/2016.

ROSA, Natasha Aguiar e AFONSO, Júlio Carlos. **A química da cerveja**, Revista Quím. Nova vol. 37, N° 2, p. 98-105, MAIO 2015. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc37_2/05-QS-155-12.pdf> Acesso em: 10/10/2016.

SENAI. RJ. CENATEC de Produtos Alimentares. Alimentos Fundamentos Gerais. **Produto e processo versão preliminar**, vol2, 2004, 188p.

SILVA, Felipe; FERREIRA, Isabel M. P.L.V.O; TEIXEIRA, Natércia. **Polipeptídeos e proteínas com influência na qualidade da espuma da cerveja e métodos analíticos utilizados no seu estudo**, Revista Quím. Nova vol.29, Nov. / Dez. 2006. p.06.

SINDISERV, Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja - **A Cerveja**. Disponível em: <<http://www.sindicerv.com.br/tipo-serveja.php>>. Acesso em: 04/07/2016.

SOUZA, Wladimir Jefferson Bacalhau de, et al., **Avaliação físico-química de cervejas tipo pilsen**, 1º Congresso Químico do Brasil, no IFPB. João Pessoa PB, abril de 2010.

TSCHOPE, Egon Carlos. Coordenador, SENAI. RJ. CETEC - Centro de Tecnologia de Alimentos e Bebidas. **Tecnologia Cervejeira**. Vassouras, 2005. 231 p. (Curso Técnico Especial de Cervejaria).

Fontes das imagens:

Figura 1: Proporção da água na cerveja. Disponível em: <<http://osfradesbeer.blogspot.com.br/2010/11/agua-x-serveja.html>> Acesso em 05/09/2016

Figura 2: Malte de cevada. Disponível em: <<http://www.lojabio2.com.br/loja/barras/superfood-choco-2/>> Acesso em 27/08/2016

Figura 3: Plantação do lúpulo. Disponível em: <<http://www.verema.com/blog/servezas/1122768-10-curiosidades-lupulo-relacion-serveza>> Acesso em: 27/08/2016

Figura 4: Flores do Lúpulo. Disponível em: <<http://blog.elefanteverde.com.br/minha-flor-favorita-o-lupulo/>> Acesso em: 27/08/2016

Figura 5: Lúpulo aromático (Pellets). Disponível em: <<http://www.hmezad.si/%C3%BApulo-em-pellets-regulares-tipo-90>> Acesso em: 27/08/2016

Figura 6: Lúpulo amargo (extrato). Disponível em: <http://coa.countrymaltgroup.com/resinate_calculator.pdf> Acesso em: 27/08/2016

Figura 7: Célula de levedura. Disponível em: <http://ultimosegundo.ig.com.br/ciencia/cientistas-fazem_trecho-artificial-de-dna-de>

[levedura/n1597209955342.htm](#)> Acesso em: 03/07/2016

Figura 8: Diferença entre baixa fermentação e alta fermentação. Disponível em: <<http://cervejatcheca.com/qual-a-diferenca-entre-cerveja-ale-e-pilsen-lager>> Acesso em: 03/07/2016

Figura 9: Fluxograma da produção de cerveja. Disponível em: <<http://www.dortmund.com.br/fabricacao.php>.> Acesso em: 04/07/2016

Figura 10: Colorímetro AMV Analyseverfahren modelo-79111. Foto tirada por Anderson Ap. Ides, no laboratório de físico-química da Cervejaria Malta Ltda.

Figura 11: Medidor de pH TEC-5. Disponível em: <<http://www.tecnal.net.br/produtos/detalhes/medidor-de-ph-tec-5-tecna>> Acesso em: 03/07/2016

Figura 12: Turbidímetro HANNA Modelo HI 9312424. Disponível em: <<http://www.splabor.com.br/produto/turbidimetro-portatil-para-analise-de-cerveja-gama-de-0-00-a-10-00-ebc-de-10-a250-ebc-modelo-hi-93124-hanna/>> Acesso em: 03/07/2016.

Figura 13: Centrífuga Excelsa II 206 BL. Disponível em: <<http://www.fanem.com.br/produto/23/centrifugas-excelsa-ii-206-bl>> Acesso em: 03/07/2016.

Figura 14: Espectrofotômetro UV-vis Shimadzu modelo UV-1203. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/105133/Eder_da_Silva_Sa.pdf> Acesso em: 03/07/2016

Figura 15: Beer Analyser. Disponível em: <http://www.amcoinstruments.com/index_files/pdf/B26IP01-G_en> Acesso em: 03/07/2016

Figura 16: Ultrason. Foto tirada por Anderson Ap. Ides, no laboratório de físico-química da Cervejaria Malta Ltda.

Figura 17: Foto durante as análises da cerveja. Foto tirada por Anderson Ap. Ides, no laboratório de físico-química da Cervejaria Malta Ltda.

Figura 18: Foto da análise de espuma da cerveja pelo método sigma. Foto tirada por Anderson Ap. Ides, no laboratório de físico-química da Cervejaria Malta Ltda.