



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS  
FACULDADE DE QUÍMICA

Anderson Eduardo de Oliveira Vieira

# **CONTROLE DE QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICO DE CERVEJA DE UMA INDÚSTRIA PARAENSE**

BELÉM  
2015

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS  
FACULDADE DE QUÍMICA

Anderson Eduardo de Oliveira Vieira

# **CONTROLE DE QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICO DE CERVEJA DE UMA INDÚSTRIA PARAENSE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para a obtenção do título de Químico Industrial. Instituto de Ciências Exatas e Naturais. Faculdade de Química. Universidade Federal do Pará.

Orientadora: Profa. Dra. Shirley Cristina Cabral do Nascimento

BELÉM  
2015

Anderson Eduardo de Oliveira Vieira

**CONTROLE DE QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICO DE CERVEJA DE  
UMA INDÚSTRIA PARAENSE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para a obtenção do título de Químico Industrial. Instituto de Ciências Exatas e Naturais. Faculdade de Química. Universidade Federal do Pará.

**Data da Aprovação:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Conceito:** \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Shirley Cristina Cabral Nascimento  
Orientadora

---

Prof. Dr. Marco Antônio Nobre Pontes  
Membro

---

Química Industrial Ana Paula Bastos Ferreira  
Membro

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Deus por todas as oportunidades que proporcionou ao longo da minha vida e tornar possível mais essa etapa.

Agradeço à minha esposa Ana Paula Ferreira por sempre acreditar no meu potencial, pela compreensão e todo apoio para a realização deste sonho.

Agradeço à Professora Shirley Nascimento, se mostrou muito mais que uma orientadora e sim uma amiga, que me deu a oportunidade e contribuiu para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço à todos os colegas que contribuíram através de conhecimentos, ensinamentos e apoio para o meu aperfeiçoamento profissional.

## RESUMO

A cerveja é uma das bebidas mais delicadas e apreciadas e possui um complexo de aroma e sabor. O equilíbrio de seus componentes voláteis e não voláteis são os principais responsáveis pela qualidade do produto. Atualmente movimenta um mercado em constante expansão e atualmente está entre os setores que mais empregam no País. Este trabalho objetivou descrever as principais análises físico-químicas realizadas no controle de qualidade da produção industrial de cerveja, utilizando métodos internacionais de análises, e comparar os resultados obtidos com os padrões internacionais referenciados na lei N° 8.918 para avaliar a conformidade quanto aos limites analíticos de algumas propriedades físico-químicas requeridas para a comercialização de cervejas. Foram utilizadas duas amostras de cerveja tipo pilsen, identificadas como *Cerveja A* e *cerveja B* e realizadas as análises de amargor, dicetonas vicinais, polifenóis e cor por métodos espectrofotométricos da Analytica EBC; Determinação de extrato original, estabilidade da espuma e análise de pH por leitura direta, também por métodos da Analytica EBC e análise de turbidez pelo método da ASBC. Os resultados obtidos pelas análises de duplicatas das amostras para os parâmetros amargor, dicetonas vicinais, polifenóis, cor, extrato original, estabilidade da espuma, pH e turbidez da *Cerveja A* foram, respectivamente: 8,90 UA, 0,05 mg/L, 116 mg/L, 5,60 EBC, 10,75°P, 243 segundos, 4,40 e 0,15 EBC; Para a *Cerveja B* foram obtidos respectivamente: 8,70 UA, 0,05 mg/L, 126 mg/L, 5,80 EBC, 10,84°P, 240 segundos, 4,40 e 0,14 EBC. Todos os resultados obtidos estiveram de acordo com os limites estabelecidas pela legislação regulamentadora, indicando que as variáveis físico-químicas estudadas atendem os padrões de identidade e qualidade exigidos, e as técnicas analíticas aplicadas foram ferramentas eficazes no controle de qualidade físico-químico das cervejas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Controle de Qualidade, Análises físico-químicas, Cerveja.

## ABSTRACT

Beer is one of the most delicate and enjoyed drinks and has a complex aroma and flavor. The balance of their volatile and non-volatile components is mainly responsible for product quality. Currently moves a constantly expanding market and currently is among the sectors that employ in the country. This study describes the main physicochemical analyzes made on the control of quality industrial production of beer, using international analysis methods, and compare the results obtained with the standards international referenced by law N° 8918 for measuring compliance to the analytical limits of some physicochemical properties required for the sale of beer. We used two samples of beer lager, identified as *beer A* and *beer B* and performed the analyzes of bitterness, vicinal diketones, polyphenols and color for spectrophotometric methods were used by Analytica EBC; Determination of the original extract, pH and foam stability analysis by direct reading, by methods well Analytica EBC and turbidity analysis by the method of ASBC. The results obtained for samples of duplicate analyzes for parameters bitterness, vicinal diketones, polyphenols, color, original extract, foam stability, pH and turbidity of *beer A* were, respectively: 8,90 UA, 0,05 mg/L, 116 mg/L, 5,60 EBC, 10,75°P, 243 seconds, 4,40 and 0,15 EBC; For *beer B* were obtained, respectively: 8,70 UA, 0,05 mg/L, 126 mg/L, 5,80 EBC, 10,84°P, 240 seconds, 4,40 and 0,14 EBC. All results were in accordance with the limits established by regulatory legislation, indicating that the physicochemical variables meet the required quality of identity and standards, and the analytical techniques used were effective tools in quality control of physicochemical of the beers.

**KEYWORDS:** Quality Control, physicochemical analyses, Beer.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1. Principais matérias primas utilizadas para a produção de cerveja.....	18
Ilustração 2. Representação do processo de fabricação de cerveja em escala industrial.....	19
Ilustração 3. Variação total de empregos em relação ao ano anterior (em março de cada ano) .....	23
Ilustração 4. Emprego por setor de Abril de 2014 em relação a Abril de 2010 .....	23
Ilustração 5. Exemplo de estrutura do controle de qualidade.....	24
Ilustração 6. Estrutura dos ácidos iso- $\alpha$ .....	27
Ilustração 7. Alguns compostos fenólicos presentes na cerveja.....	33
Ilustração 8. Espectrofotômetro da marca HACH e modelo DR5000.....	36
Ilustração 9. Turbidímetro de marca HAFFMANS e modelo VOS ROTA 90/25 .....	38
Ilustração 10. Equipamento Nibem T para teste de estabilidade de espuma.....	39
Ilustração 11. Gráfico dos resultados de dicetonas vicinais e turbidez das amostras.....	41
Ilustração 12. Gráfico dos resultados de pH e cor das amostras .....	41
Ilustração 13. Gráfico dos resultados de amargor e extrato das amostras .....	42
Ilustração 14. Gráfico dos resultados de espuma e polifenóis das amostras .....	42

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Produção global de cerveja por País em 2011 .....	21
Tabela 2. Consumo global de cerveja por País em 2011 .....	21
Tabela 3. Resultados obtidos para a cerveja A e os limites analíticos para cada variável .....	40
Tabela 4. Resultados obtidos para a cerveja B e os limites analíticos para cada variável .....	40

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	10
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	12
2.1 HISTÓRIA DA CERVEJA	12
2.2 DEFINIÇÃO, COMPOSIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DA CERVEJA	14
2.3 PROCESSOS DE PRODUÇÃO	16
2.4 LEGISLAÇÕES	19
2.5 MERCADO CONSUMIDOR	20
2.6 CONTROLE DE QUALIDADE	23
2.7 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS PARA A QUALIDADE DA CERVEJA	26
2.7.1. Amargor	27
2.7.2. Dicetonas Vicinais	28
2.7.3. Espuma	29
2.7.4. Extrato Original	31
2.7.5. Polifenóis	31
2.7.6. Turbidez	33
2.7.7. pH	34
2.7.8. Cor	35
<b>3. OBJETIVOS</b>	35
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b>	36
4.1 OBTENÇÃO DE AMOSTRAS	36
4.2 ANÁLISE DE AMARGOR	36
4.3 DETERMINAÇÃO DE EXTRATO ORIGINAL DA CERVEJA	36
4.4 ANÁLISE DE POLIFENÓIS	37
4.5 ANÁLISE DE pH	37
4.6 DICETONAS VICINAIS EM CERVEJA	37
4.7 ANÁLISE DE COR	38
4.8 ANÁLISE DE TURBIDEZ	38
4.9 DETERMINAÇÃO DA ESTABILIDADE DA ESPUMA	38
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	39
<b>6. CONCLUSÃO</b>	43
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	44

## 1. INTRODUÇÃO

A cerveja pode ser definida como uma bebida carbonatada de baixo teor alcoólico, preparada a partir da fermentação por leveduras do malte de cevada, contendo lúpulo e água de boa qualidade, podendo ainda utilizar-se de outras matérias-primas, como arroz, trigo ou milho. O lúpulo atribui à cerveja um agradável aroma e um sabor característico, dando-lhe as características que apresenta até hoje e melhorando a sua conservação (CARVALHO, 2007).

A bebida tipo pilsen é originária da cidade de pilsen na Boêmia, República Checa, onde é uma cerveja de sabor forte e sua principal característica é a cor duradoura e translúcida. Em sua fórmula original, tem sabor suave e aroma acentuado de flores, com a presença de lúpulo. No Brasil e em outros países torna-se mais leve devido a utilização de milho e/ou arroz. Tem cerca de 3 a 5 graus alcoólicos e deve ser tomada entre 4 a 6°C. Todas as marcas brasileiras produzem pelo menos uma variedade de pilsen (CASTRO & SERRA, 2012).

A cerveja é um alimento consumido em grande escala no Brasil, sendo a bebida preferida de milhares de brasileiros. Segundo o SINDICERV, (Sindicato Nacional da Indústria Cervejeira), o consumo “per capita” no Brasil em 2007 foi de 47,6 L/ano por habitante, totalizando um consumo de 10,34 bilhões de litros no ano.

A cerveja possui alto valor nutritivo e rapidamente é assimilada pelo organismo. Seus componentes, segundo o mestre cervejeiro Egon Tschope, são vitaminas, minerais, carboidratos e proteínas, além do álcool que, se consumido sem exagero, também é benéfico. Repositoras de eletrólitos, as cervejas são bebidas que possuem cerca de 400/kcal/litro, o que corresponde a aproximadamente 15% das necessidades diárias de um adulto e equivale, em termos de proteína, a 100g de carne, 700 mL de leite integral ou seis ovos cozidos (CERVESIA, 2008).

Além disso, as cervejas são ricas em vitaminas, sobretudo as do chamado complexo B. A vitamina B1 auxilia no funcionamento dos músculos, nervos e cérebro; a B2 colabora para a manutenção dos tecidos; a B5 atua no metabolismo dos carboidratos e gorduras; Os minerais, como cálcio e fósforo, são essenciais para a composição dos ossos; e o potássio, junto com o cálcio, assegura, entre outros benefícios, o bom funcionamento do coração; Por ter pH relativamente baixo associado às ações microstáticas do álcool e das resinas amargas do lúpulo, e possuir CO<sub>2</sub>, a cerveja fortalece a imunidade do homem contra o desenvolvimento de microrganismos patogênicos. Ao contrário das demais bebidas alcoólicas, segundo o mestre cervejeiro Tschope, a cerveja proporciona um aumento da diurese, provocado pelas resinas amargas do lúpulo solubilizadas (SINDICERV).

O setor cervejeiro é um dos que mais empregam no país. Atualmente, geram cerca de 2,7 milhões de postos de trabalho – entre eles têm-se empregos diretos, indiretos e induzidos ligados a esse mercado. Só em cervejarias, empregos cresceram mais que média geral da indústria do país; para cada novo emprego em uma fábrica de cerveja, outros 52 são criados na cadeia produtiva. Segundo a FGV (Fundação Getúlio Vargas), para cada emprego gerado em uma fábrica de cerveja, outros 52 são criados na cadeia produtiva. O número de postos de trabalho no setor de cerveja tem apresentado crescimento muito acima da média da indústria brasileira. De 2010 a 2014, o aumento médio de empregos só nas fábricas de cerveja, segundo dados do CAGED, foi de 5,4%, enquanto o índice geral da indústria cresceu 2,1%.

Segundo VIEIRA (2014) a indústria de cerveja, da agricultura ao varejo, está diretamente conectada com o progresso e o desenvolvimento do país. O setor cervejeiro responde por 2% do PIB brasileiro e recolhe mais de R\$ 21 bilhões em tributos em todo país. A imensa rede que envolve a cadeia produtiva da cerveja mobiliza cerca de doze mil fornecedores de bens e serviços e aproximadamente oito milhões de profissionais das mais diversas áreas. O setor cervejeiro realiza investimentos em todo Brasil, ao todo são cerca de R\$ 17 bilhões de aportes no biênio 2010-2013. Nestes próximos anos estão previstas a construção de novas fábricas, além da renovação de portfólios e a expansão para mercados importantes. São empreendimentos que geram muitos empregos desde seu desenvolvimento e até e sua fase operacional.

A expansão desse mercado estimulou as grandes empresas investirem em produtos novos e/ou com maior qualidade, as indústrias cervejeiras cada vez mais objetivam produzir cerveja com alto padrão de qualidade. A garantia de seus produtos está relacionada com o controle de qualidade de três itens principais: da matéria-prima (composição química da água, tipo de malte, proporção malte/adjunto, variedade, quantidade, formas e pontos de dição do lúpulo), da assiduidade higiênica dos equipamentos e dos parâmetros físico-químicos (MEGA, *et. al.* 2011).

A qualidade é um instrumento fundamental para se alcançar vantagens no mercado, pois influencia diretamente no comportamento do consumidor, com isso é necessário obter informações a cerca do produto de modo que possa dar confiabilidade ao consumidor. Deste modo, os métodos analíticos de controle do processo devem garantir principalmente os padrões de segurança e qualidade e devem ser pautados em procedimentos cientificamente comprovados para um melhor desempenho industrial, como os descritos por normas europeias.

A Convenção Europeia Brewery (EBC) se dedica a desenvolver métodos de análises que objetivam melhorar e dar uniformidade à indústria cervejeira a nível técnico e garantir a

mais alta qualidade, consistência e segurança de bebidas à base de malte e seus ingredientes. Em associação com a EBC, a American Society of Brewing Chemists (ASBC) e a Mitteleuropäische brautechnische analysen kommission (MEBAK) se dedicam a alcançar métodos de análises aprovados e certificados.

Esses métodos são intitulados "Métodos Internacionais", indicando uma abordagem adicional para uma "linguagem comum" na indústria. A designação método internacional, atribuído aos métodos analíticos da ASBC e MEBAK, indica que foi elaborado em acordos entre o ASBC e a Convenção Europeia Brewery (EBC), e são suficientemente validados e qualificados para garantir a qualidade do produto. Os métodos internacionais atendem essencialmente a reprodutibilidade e repetibilidade dos resultados e são certificados e validados através de ensaios de proficiência estabelecidos pela EBC.

As análises físico-químicas executadas, na maioria das cervejarias, para controle de qualidade da produção industrial da cerveja seguem os métodos internacionais estabelecidos pela EBC e são aprovados pelo órgão fiscalizador brasileiro, o Ministério da Agricultura, pecuária e Abastecimento (MAPA). E são realizadas com o principal intuito de obter informações sobre as propriedades físicas e químicas do produto, e auxiliar na estimativa da quantidade em que as substâncias estão presentes, e através dos resultados, fazer a descrição das características e a garantia da qualidade com que o produto está sendo oferecido.

Este trabalho objetivou descrever as principais análises físico-químicas realizadas no controle de qualidade da produção industrial de cervejas, aplicando métodos internacionais de análises. E verificar a conformidade de duas marcas de cervejas do tipo pilsen comparando com os padrões estabelecidos pela legislação brasileira de regulamentação da cerveja (Lei nº 8918 de 1994), utilizando oito variáveis físico-químicas que são mais frequentemente controladas na indústria: O amargor, o pH, a estabilidade da espuma, o extrato original, a turbidez, a concentração de dicetonas vicinais, a cor e os polifenóis.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 HISTÓRIA DA CERVEJA**

Entre as bebidas elaboradas nos últimos 8000 anos têm-se a cerveja. Os egípcios e Sumérios produziam cervejas há mais de 5000 anos e os babilônios já fabricavam mais de dezesseis tipos de cerveja de cevada, trigo e mel há mais de 4000 anos antes de cristo (CERVESIA).

Dentre todos os povos da antiguidade, o Egito se destacou no consumo e produção de cerveja, a bebida era consumida em todos os níveis da sociedade egípcia, sendo tão apreciada que nos rituais fúnebres dos egípcios, potes contendo a bebida eram colocados dentro da câmara de sepultamento para que os mortos pudessem apreciar a bebida mesmo na outra vida. Até mesmo um dos faraós, Ramsés III, ficou conhecido como "faraó-cervejeiro" após doar aos sacerdotes do Templo de Amon aproximadamente um milhão de litros de cerveja feitos em suas cervejeiras (EISENBAHN).

Segundo MORADO (2009), o vinho, por ser uma bebida dos judeus e dos cristãos europeus, com vários significados simbólicos e também identificado como o sangue de Cristo, ocupou parte importante da cultura da época. Entretanto, a cerveja, por ser mais abundante e barata, passou aos poucos, a ser a bebida das classes mais pobres e dos bárbaros, como os estrangeiros eram chamados pelos romanos. Outra rota de expansão da cultura cervejeira a partir da Mesopotâmia, igualmente importante à rota de expansão feita pelos romanos, foi a criada pelos trácios, povo que dominava um enorme território onde hoje estão, além da própria Trácia, a Bulgária, a Romênia, a Moldávia, e partes da Grécia e da Turquia. A cerveja era uma bebida sagrada para estes povos, e acredita-se que devidos aos movimentos migratórios, eles acabaram por influenciar os germânicos e os celtas. Durante o primeiro milênio da era cristã, celtas e germânicos eram os povos que mais produziam e consumiam a cerveja, que por ser considerada sagrada, era uma recompensa aos heróis e uma oferenda aos deuses.

No Brasil, a cerveja demorou a chegar, pois os portugueses temiam um prejuízo para a venda dos seus vinhos, a cerveja chegou ao Brasil por volta de 1808 trazida pela família real portuguesa na mudança definitiva para o Brasil colônia. Consta que o rei, apreciador inveterado de cerveja, não podia ficar sem consumir a bebida. Com a abertura dos portos às nações amigas de Portugal, a Inglaterra foi a primeira a introduzir a cerveja na antiga colônia. "Cerveja Marca Barbante" foi à denominação genérica dada as primeiras cervejas brasileiras que, com sua fabricação rudimentar, tinham um grau tão alto de fermentação que, mesmo depois de engarrafadas, produziam uma enorme quantidade de gás carbônico, criando grande pressão (CERVESIA).

Até o segundo Reinado os anúncios comerciais nos jornais referiam-se, exclusivamente, à venda de cerveja, nunca à produção. Foi só a partir da década seguinte que as famílias de imigrantes começaram a usar escravos e também a empregar trabalhadores livres para produzir a bebida e vendê-la ao comércio local. Nesse momento, o Rio de Janeiro, já tem uma população de padrão média formada por militares, oficiais de indústrias, proprietários de pequenas manufaturas, profissionais liberais e funcionários públicos. A cidade já era

comparável a outras da Europa Central, e já possuía um mercado consumidor relevante. Quanto à(s) primeira(s) fábrica(s), não produziam cerveja com marca alguma e geralmente vendiam, em barris, para os depósitos (comércio que nem sempre era só de cerveja), onde era vendida de várias formas, às vezes engarrafadas e com rótulos próprios (CERVESIA).

## 2.2 DEFINIÇÃO, COMPOSIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DA CERVEJA.

Segundo a Lei Nº 8.918 de 14 de julho de 1994, artigo 67, a cerveja é a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto de malte de cevada e água potável, por ação da levedura cervejeira, com adição de lúpulo ou seu extrato, podendo parte do malte ser substituído por cereais maltados ou não ou por carboidratos de origem vegetal. É facultativa a adição de outra matéria-prima amilácea ou de lúpulo.

O teor alcoólico de uma cerveja pode variar desde 0,05% nas chamadas cervejas sem álcool, até 14,9% de álcool por volume, na cerveja suíça *Samichlaus*; na maioria das cervejas consumidas mundialmente, o teor alcoólico fica em torno de 5% e nas americanas 4%. A cerveja é considerada um alimento quase completo, pois sua composição engloba compostos como proteínas, aminoácidos, carboidratos (glucose, maltose, dextrinas, etc), elementos minerais diversos (cálcio, fósforo, enxofre, etc), álcool, anidrido carbônico e grande parte das proteínas do complexo B; A composição básica da cerveja é de 91% de água, 4% álcool (varável, dependendo do tipo), 0,60% de gás carbônico CO<sub>2</sub> e 4,4% de extrato de malte e lúpulo (CERVBRASIL).

Segundo a legislação brasileira (Decreto nº6871/2009, Art. 38), a cerveja poderá ser denominada: *Pilsen, Export, Lager Dortmund, München, Bock, Malzbier, Ale, Stout, Porter, Weissbier, Alt* e denominações internacionalmente reconhecidas que vierem a ser criadas, observadas as características do produto original.

A denominação Pilsener ou Pilsen é oriunda da cidade de Pils, localizado na atual República Checa, formada pela Boêmia e pela Moravia. A cerveja Pilsen criada em 1842 nesta região apresenta uma coloração clara, de tonalidade dourada brilhante, produzido pelo processo de fermentação profunda, com teor alcoólico baixo, entre 3 e 5%, possui um teor de extrato primitivo, que varia de 11 a 13,5%. Atualmente, cerca de 60% de todas as cervejas e chopps Pilsen produzidos no mundo são deste tipo. A denominação "pilsener" foi uma alternativa inteligente para evitar conflitos internacionais. No Brasil, o consumo de cerveja Pilsen, representa 98% do mercado, devido principalmente ao clima favorável, ficando o restante para as do tipo bock, light, malzbier e stout (CERVBRASIL).

- ✓ Podem ser classificadas quanto ao extrato primitivo:
  - Cerveja leve: a que apresentar extrato primitivo igual ou superior a 5% inferior a 10,5%, em peso;
  - Cerveja comum: a que apresentar extrato primitivo igual ou superior a 10,5% e inferior a 12,5%, em peso;
  - Cerveja extra: a que apresentar extrato primitivo igual ou superior a 12,5% e inferior a 14,0%;
  - Cerveja forte: a que apresentar extrato primitivo igual ou superior a 14%, em peso;
  - Cerveja light: redução de 25% do conteúdo de nutrientes e/ou valor energético com relação a uma cerveja similar do mesmo fabricante (mesma marca), ou do valor médio do conteúdo de três cervejas similares conhecidas e que sejam produzidas na região e o valor energético da cerveja pronta para consumo deve ser, de no máximo, 35 Kcal/100ml.
- ✓ Podem ser classificadas quanto à cor:
  - Cerveja clara: a que apresentar cor correspondente a menos de 20 unidades EBC
  - Cerveja escura: a que apresentar cor correspondente a 20 ou mais unidades EBC
- ✓ Podem ser classificadas quanto ao teor alcoólico:
  - Cerveja sem álcool: conteúdo em álcool menor que 0,5% em volume, não sendo obrigatória a declaração no rótulo do conteúdo alcoólico;
  - Cerveja com álcool: quando seu conteúdo em álcool igual ou superior a 0,5% em volume, devendo obrigatoriamente constar no rótulo o percentual de álcool em volume, sendo: cerveja de baixo teor alcoólico: a que tiver mais de 0,5 até 2,0% de álcool; cerveja de médio teor alcoólico: a que tiver mais de 2 até 4,5% de álcool; cerveja de alto teor alcoólico: a que tiver mais de 4,5 a 7% de álcool.
- ✓ Quanto à fermentação
  - De baixa fermentação: de 5 a 10°C, obtida pela ação da levedura cervejeira (como por exemplo *Saccharomyces uvarum*), que se deposita no fundo do tanque (floculante), após a fermentação tumultuosa. Pode-se citar a Pilsen, que tem cor clara, poucos carboidratos fermentáveis, originalmente fabricada com 100% de malte de cevada e utiliza água com baixo teor de sais dissolvidos.
  - De alta fermentação: de 12 a 15°C, são as cervejas antigas, isto é, as que eram produzidas antes do domínio da técnica de fermentação. Sua fabricação sugere a adição de concentrações mais elevadas de malte e lúpulo, seguida de um envelhecimento de maior duração. Este tipo de cerveja é obtido pela ação da levedura cervejeira, que surge à superfície da fermentação tumultuosa (flotante) devido à retenção de gás pelas leveduras; a coleta do fermento é feita

nesta etapa do processo. Este tipo de fermentação fornece cervejas de maior teor alcoólico, podendo citar-se Weizenbier,

- De fermentação espontânea: são os tipos Lambic, Gueuze, Faro. Neste tipo de cerveja, as leveduras selvagens existentes no ar ambiente fornecem a fermentação.

A pasteurização é um processo térmico, no qual a cerveja é submetida a um aquecimento a 60°C e posterior resfriamento, visando conferir maior estabilidade ao produto. A pasteurização é feita logo após o enchimento das embalagens, que podem ser de vidro ou lata. A diferença básica do processamento da cerveja para o chopp, é que a cerveja passa por uma etapa de pasteurização e o chopp é embarrilado sem passar por este processo.

### 2.3 PROCESSOS DE PRODUÇÃO

Uma forma resumida e didática de explicar a produção de cerveja segundo PALMER (1999):

- ✓ Dissolve-se a cevada maltada em água quente, formando açúcares.
- ✓ Esta solução de açúcar de malte é fervida com lúpulo, que confere amargor e aromas característicos.
- ✓ Resfria-se a solução e se adiciona levedura para começar a fermentação.
- ✓ A levedura fermenta os açúcares, liberando CO<sub>2</sub>, álcool etílico e outros aromas.
- ✓ Quando se completa a fermentação, engarrafa-se a cerveja adicionando um pouco de açúcar para ajustar a carbonatação.

Esses passos simplificam toda a técnica, ciência e teoria por trás da fabricação dessa bebida, mas esse trecho representa bem o processo do ponto de vista prático. REITENBACH (2010) descreve o processo de produção da cerveja dividido em três fases: Produção do mosto, Processo fermentativo e Acabamento ou pós-tratamento. A produção do mosto envolve as fases de moagem e mosturação do malte, filtração do mosto, fervura e decantação do *trub* (clarificação, separando material precipitado do líquido). A fermentação envolve o processo fermentativo e a maturação. O acabamento envolve filtração, carbonatação, modificação de aroma e sabor, padronização de cor e pasteurização.

O principal objetivo da moagem do malte é produzir a desintegração completa do endosperma por trituração, para que todos os seus elementos constituintes estejam acessíveis à atuação da ação enzimática. Esta etapa tem grande influência sobre a mosturação, filtração e extração do bagaço, rendimento em extrato da brassagem e qualidade da cerveja (cor e paladar). A mosturação é realizada para dissolver as substâncias do malte, além de promover a

hidrólise do amido a açúcares. No processo de mosturação, as enzimas são ativadas e produzidas no processo de malteação da cevada e todo o processo enzimático depende da temperatura, do tempo e do grau de acidez do meio em que atuam (CARVALHO, 2007). As principais enzimas do malte são as amilases, as proteases e as glucanases que e essas enzimas necessitam de alguns parâmetros para sua atuação, dentre eles os mais importantes são a temperatura da mostura, o pH da mostura e a composição da moagem (JORGE, 2004).

Após a obtenção do mosto, é necessária uma etapa de clarificação, onde o principal objetivo é separar as substâncias solubilizadas na mostura daquelas remanescentes insolúveis no chamado bagaço de malte. A fervura do mosto, a 100°C, juntamente com o lúpulo, estabiliza sua composição, inativando as amilases e proteases por causar a coagulação das proteínas e do tanino do lúpulo, por reação com a proteína, que se precipitam em flocos denominados *trubs*. Outros efeitos da fervura do mosto são a aromatização, a concentração e a esterilização, além da caramelização de alguns açúcares (JORGE, 2004).

O processo de fervura do mosto proporciona estabilidade nos seguintes aspectos: biológico (esterilização do mosto), bioquímico (inativação de enzimas), coloidal (concentração do mosto e coagulação de compostos protéicos) e sabor (transferência dos componentes aromáticos e amargos do lúpulo para o mosto, aumento da cor e eliminação de voláteis). Nessa etapa não é permitida a entrada de ar, pois a presença de oxigênio no mosto inibe a coagulação da proteína, assim como os taninos se oxidam as formas mais precipitáveis na presença do ar. Depois da fervura, é necessário resfriar o mosto rapidamente, para evitar a contaminação por microrganismos e evitar a formação de dimetil sulfeto (JORGE, 2004).

Após o resfriamento, o mosto adicionado do fermento, é acondicionado nos fermentadores, dando início à fase de fermentação para obter cervejas com as características sensoriais, químicas e físico-químicas desejadas e, durante esta, é muito importante o controle preciso da temperatura. Na etapa de fermentação, ocorrem algumas reações físico-químicas, como: atenuação do extrato, através da transformação da maltose em álcool e CO<sub>2</sub>, redução do pH, redução do oxigênio dissolvido, alterações na cor que passa a ser mais clara, provocada pela queda do pH e alterações nas proporções das proteínas. Uma vez concluída a fermentação, a cerveja é resfriada a zero grau, sendo a maior parte do fermento separada por decantação (sedimentação), e tem início a fase de maturação. Algumas substâncias indesejáveis, oriundas da fermentação, são eliminadas e o açúcar residual é consumido pelas células de fermento remanescentes, em um fenômeno conhecido por fermentação secundária. Nesta etapa ocorre também a formação do CO<sub>2</sub>, que é muito importante para a formação de espuma e frescor da cerveja (ALMEIDA, 2006).

Depois de maturada, a cerveja passa por uma filtração, visando a eliminação de partículas em suspensão, principalmente células de fermento, deixando a bebida transparente e brilhante. A filtração não altera a composição e o sabor da cerveja, mas é fundamental para tornar a cerveja límpida e cristalina, com estabilidade microbiológica, físico-química, de espuma e sensorial, através da retirada de microrganismos, partículas turvadoras, retirada ou diminuição de substâncias, as quais posteriormente podem provocar turvação (ALMEIDA, 2006).

Logo após o enchimento, é prática comum nas cervejarias, submeter à cerveja ao processo de pasteurização, e quando armazenada no barril, normalmente não é pasteurizada e por isso recebe o nome de chope. É um processo térmico, que não altera a composição, no qual a cerveja envasada é submetida a um aquecimento de aproximadamente 60°C e posterior resfriamento, buscando conferir maior estabilidade ao produto. Com esta etapa é possível assegurar um período de validade ao produto de seis meses após a fabricação (ALMEIDA, 2006).

Todas essas etapas constitui exemplo de uma produção em escala industrial, mas dependendo o tipo de produção (caseira, artesanal, microcervejarias, grandes cervejarias), ou mesmo do estilo de cerveja que se quer produzir, haverá algumas modificações em algumas etapas, bem como na ordem das mesmas.



Ilustração 1. Principais matérias primas utilizadas para a produção de cerveja  
Fonte: [http://www.comofazercerveja.com.br/conteudo/view?ID\\_CONTEUDO=14](http://www.comofazercerveja.com.br/conteudo/view?ID_CONTEUDO=14)

No Brasil existe uma grande variedade de cervejarias que produzem cervejas artesanais, como Wäls, Eisenbahn, Backer, Falke, Schimit, Bamberg, Colorado, Baden Baden e outras que são produzidas em pequena escala e com equipamentos menos sofisticados e não contam com o rigoroso controle de qualidade físico químico e microbiológico, através de técnicas analíticas sofisticadas e não seguem padrões de qualidade com foco na aceitabilidade de seus consumidores.

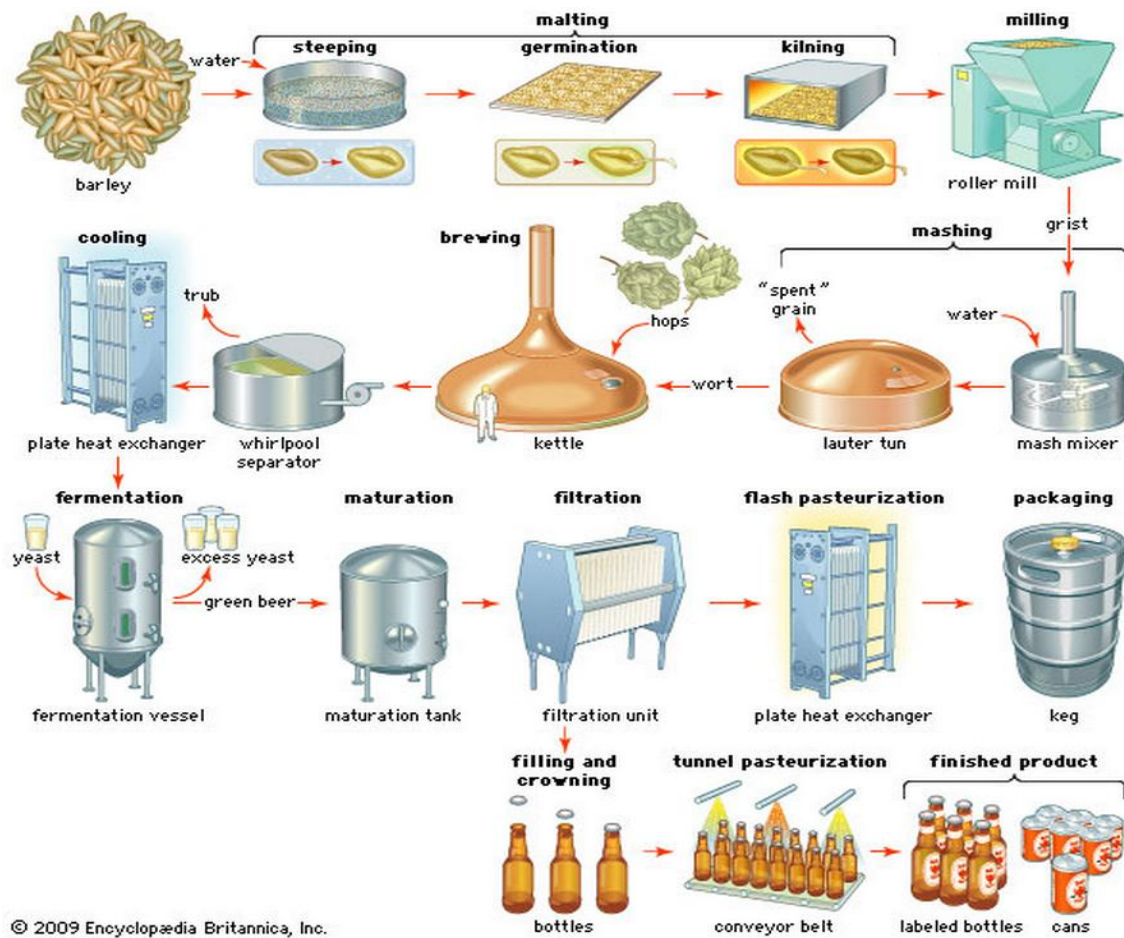


Ilustração 2. Representação do processo de fabricação de cerveja em escala industrial  
 Fonte: <http://www.engenhariadacerveja.com.br/2013/processo-de-producao-de-cerveja/>

## 2.4 LEGISLAÇÕES

A legislação Brasileira de regulamentação da cerveja é a Lei Nº 8.918, de 14 de Julho de 1994, que estabelece as normas gerais sobre registro, padronização, classificação e, ainda, inspeção e fiscalização da produção e do comércio de bebidas. Ainda autoriza a criação da Comissão Intersetorial de Bebidas e dá outras providências regulamentadas inicialmente pelo Decreto nº 2314 de 04 de Setembro de 1997.

Com o Decreto Nº 6.871, de 4 de junho de 2009 que dispõe da classificação da cerveja em seus vários aspectos (como especificações das matérias-primas utilizadas na fabricação, incluindo a composição final da cerveja), regulamentou-se a Lei Nº 8.918 e revogou-se o Decreto Nº 2314 e outros.

No Brasil, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento é o órgão responsável pelo registro, classificação, padronização, controle, inspeção e fiscalização da cerveja. São da competência do Ministério da Agricultura as seguintes atribuições:

- ✓ Registro das cervejas nacionais;
- ✓ Registro e classificação dos estabelecimentos de industrialização ou importação da cerveja;
- ✓ Classificação e padronização da cerveja, através de preceitos de qualidade e identidade;
- ✓ Inspeção e controle sanitário dos estabelecimentos e da bebida, desde a produção até a comercialização;
- ✓ Análise da cerveja nacional e da importada;
- ✓ Orientação e colaboração com as cervejarias
- ✓ Certificar e reconhecer os processos de produção e industrialização de bebidas, de acordo com as características e peculiaridades próprias do modelo desenvolvido.

Em 05 de novembro de 2001, foi publicada a Instrução Normativa nº 54 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) que estabelece padrões de identidade e qualidade mínimos que deverão cumprir os produtos de cervejaria e aplica-se à comercialização entre os países que compõem o MERCOSUL, além de importações extraterritoriais.

Esta normativa do MAPA foi elaborada com bases no Regulamento Técnico N° 14/01 do MERCOSUL de produtos de cervejaria, instituído em 13 de Junho de 2001. Este regulamento técnico surgiu da necessidade de fixar a identidade e qualidade dos produtos de cervejaria para o consumo humano e a harmonização dos regulamentos técnicos para eliminar os obstáculos ao comércio, que muitas vezes geram diferentes regulamentações nacionais vigentes.

## 2.5 MERCADO CONSUMIDOR

No ano de 2011, o mercado brasileiro se manteve em franca expansão e ocupou uma posição de destaque no ranking dos dez maiores produtores e dez maiores consumidores, onde ocupou a posição de terceiro maior produtor (tabela1) e terceiro maior consumidor (tabela 2) de cerveja no mundo, perdendo apenas para os Estados Unidos e para a China.

Ranking 2011	Ranking 2010	País	Volume de Produção (quilolitros)	Varição em relação a 2010
1	1	CHINA	48.988.000	10,70%
2	2	ESTADOS UNIDOS	22.545.817	-1,50%
<b>3</b>	<b>3</b>	<b>BRASIL</b>	<b>13.200.000</b>	<b>3,40%</b>
4	4	RÚSSIA	9.810.000	-4,20%
5	5	ALEMANHA	9.554.500	-0,10%
6	6	MÉXICO	8.150.000	2%
7	7	JAPÃO	5.629.566	-3,80%
8	8	REINO UNIDO	4.569.400	1,50%
9	9	POLÔNIA	3.785.000	5,10%
10	10	ESPAÑA	3.360.000	0,70%

Tabela 1. Produção global de cerveja por País em 2011  
Fonte: WYLER (2013)

Ranking 2011	Ranking 2010	País	Volume de Produção (quilolitros)	Varição em relação a 2010
1	1	CHINA	43,683	5,90%
2	2	ESTADOS UNIDOS	24,138	-1,40%
<b>3</b>	<b>3</b>	<b>BRASIL</b>	<b>12,17</b>	<b>16,00%</b>
4	4	RÚSSIA	9,389	-6,20%
5	5	ALEMANHA	8,787	-2,20%
6	6	MÉXICO	6,419	-2,00%
7	7	JAPÃO	5,813	-2,80%
8	8	REINO UNIDO	4,587	2,00%
9	9	ESPAÑA	3,251	-0,50%
10	10	POLÔNIA	3,215	-0,30%

Tabela 2. Consumo global de cerveja por País em 2011  
Fonte: WYLER, P. 2013

Nos últimos cinco anos o investimento no mercado brasileiro foi de R\$ 3 bilhões, segundo o SINDICERV. Observa-se que 50% do consumo estão no mercado frio (bares e restaurantes), 35% em autosserviço (lojas de conveniências e supermercados) e 15% no mercado tradicional (padarias, mercearias e mini mercados).

O mercado de cerveja tende atualmente para a concentração, as cervejas tornaram-se intercambiáveis e de qualidade equivalente, a maioria das cervejas são encontradas nos supermercados por um preço baixo e apresentam “qualidade assegurada”, onde o consumidor não corre grandes riscos quando compra a sua cerveja baseado no preço (CERVBRASIL)

Além disso, o consumo de cerveja está ligado ao clima para o caso do Brasil, visto que em países de clima frio, como a Alemanha, o consumo é alto o ano todo. No Brasil há lugares onde se tem clima quente durante o ano inteiro, incentivando o consumo da cerveja, e mesmo

em regiões com estações quente e fria bem definida, no verão, o consumo aumenta. Todos esses indicativos mostram que a cerveja não se trata de apenas uma bebida, e sim, um bom negócio, que tende a melhorar e ascender.

Ao longo do primeiro semestre de 2014, a produção de cerveja foi beneficiada pelas elevadas temperaturas no verão, pelo carnaval tardio em Março e pela realização da Copa do Mundo. De janeiro a junho, a produção de cerveja segundo o Sistema de Controle de Produção de Bebidas (SICOB) acumulou alta de 11,2% na comparação com igual período do ano anterior. Segundo levantamento da Associação Brasileira das Indústrias de Cerveja (CERVBRASIL), apenas o Mundial colaborou para um aumento de 2,2% na fabricação da bebida entre os meses de junho e julho, período no qual o setor costuma apresentar uma retração das vendas. Passados os efeitos sazonais, o setor voltou a apresentar queda na produção em agosto e setembro, fazendo com que o terceiro trimestre encerrasse com uma diminuição de 2,1% em relação ao trimestre de 2013. Apesar da queda no último trimestre, os profissionais lembram que o mercado brasileiro de cervejas mantém um resultado positivo no acumulado do ano até setembro.

Segundo o SICOB, a produção em 2014 apresenta alta de 6,8% em relação ao ano passado. A expectativa é que a partir de outubro e, principalmente, de novembro haja uma retomada da produção e das vendas já em linha com a sazonalidade do final do ano. Além disso, analistas acreditam que a decisão do governo federal em adiar o reajuste tributário do setor para 2015 vai evitar que as companhias realizem aumentos expressivos nos preços de seus produtos, o que também deve ajudar a elevar as vendas.

Atualmente, mais de três milhões de postos de trabalhos estão ligados ao setor de bebidas frias, o que corresponde a empregar quase todos os habitantes da região metropolitana de Salvador, na Bahia. Segundo a Fundação Getúlio Vargas (FGV), para cada emprego gerado em uma fábrica de bebidas, outros 50 são criados na cadeia produtiva. O número de postos de trabalho no setor de bebidas frias tem apresentado crescimento muito acima da média da indústria brasileira. De acordo com dados do CAGED (cadastro geral de empregados e desempregados) de 2009 a 2014, o aumento médio de empregos só em fábricas de malte, cerveja e chope foi de 5,4%, enquanto o índice geral da indústria cresceu apenas 2,1% nesse período. No ano 2013, a diferença foi uma das maiores. O emprego nas cervejarias aumentou 7,7% e o índice da indústria geral, 1,1% (Ilustração 3)

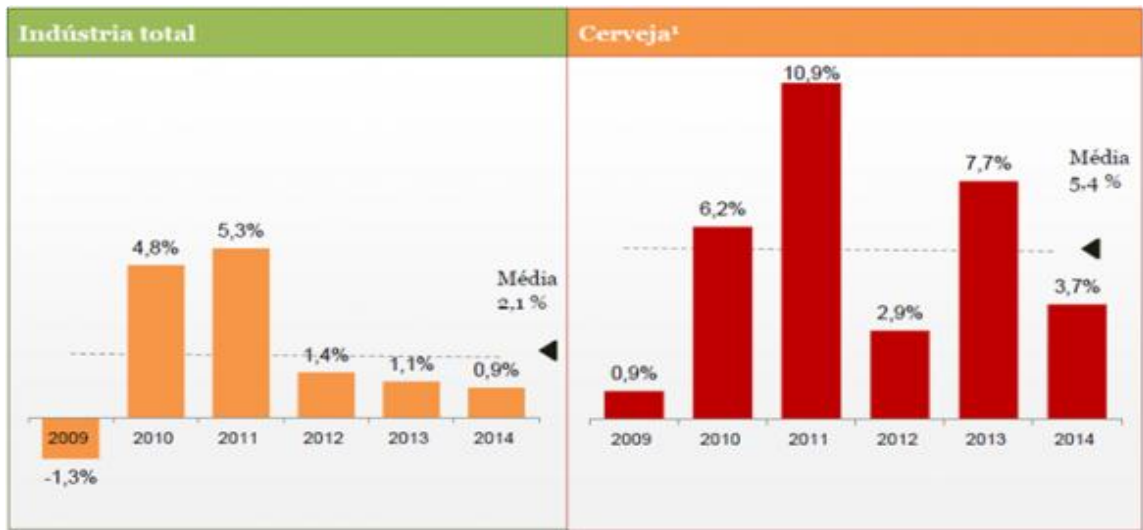


Ilustração 3. Variação total de empregos em relação ao ano anterior (em março de cada ano)  
Fonte: CAGED

A indústria de bebidas frias é o setor que mais colabora para criação de empregos do país, como observado na ilustração 4, em que os dados do CAGED apontam ainda que, de 2010 a 2014, o número de empregos do setor cresceu muito mais do que o de outros segmentos da economia. O aumento em bebidas frias foi de 23,1%, enquanto o da indústria automobilística, por exemplo, foi de 12,2%.

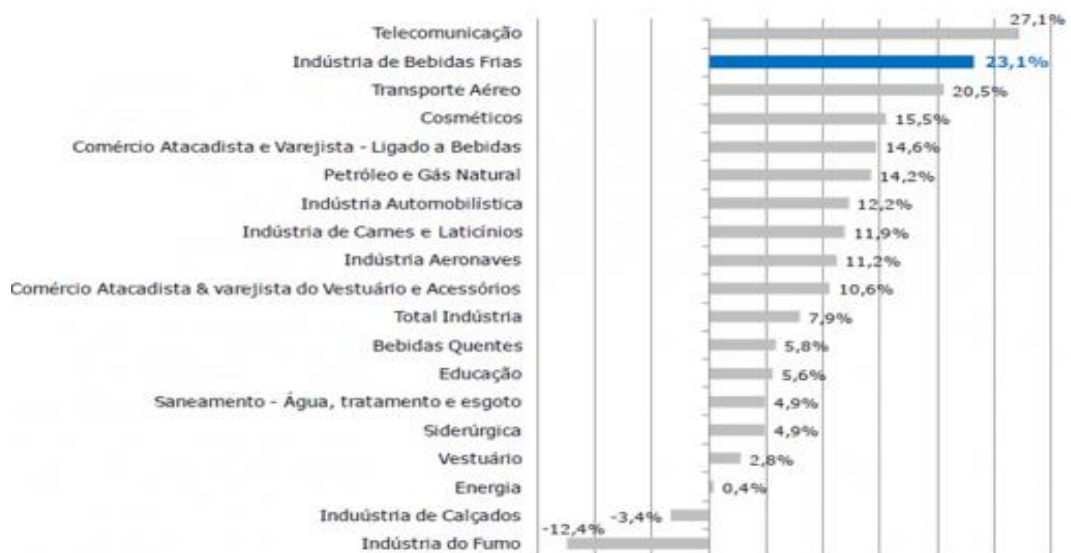


Ilustração 4. Emprego por setor de Abril de 2014 em relação a Abril de 2010  
Fonte: CAGED

## 2.6 CONTROLE DE QUALIDADE

O controle de qualidade é um conjunto de atividades realizadas por profissionais treinados e destinados a assegurar que os ensaios necessários e relevantes sejam executados e

que o material não seja disponibilizado para uso e venda até que o mesmo cumpra com as especificações pré-estabelecidas; As atividades do controle de qualidade não estão restritas a análises laboratoriais, envolvem todas as decisões relacionadas à qualidade do produto, interferindo diretamente na produção, como é observado na ilustração 5, o laboratório físico químico está inserido como uma atividade do controle de qualidade e juntamente com as demais atividades determinam a liberação, aprovação ou rejeição do produto (GOMES, 2013).

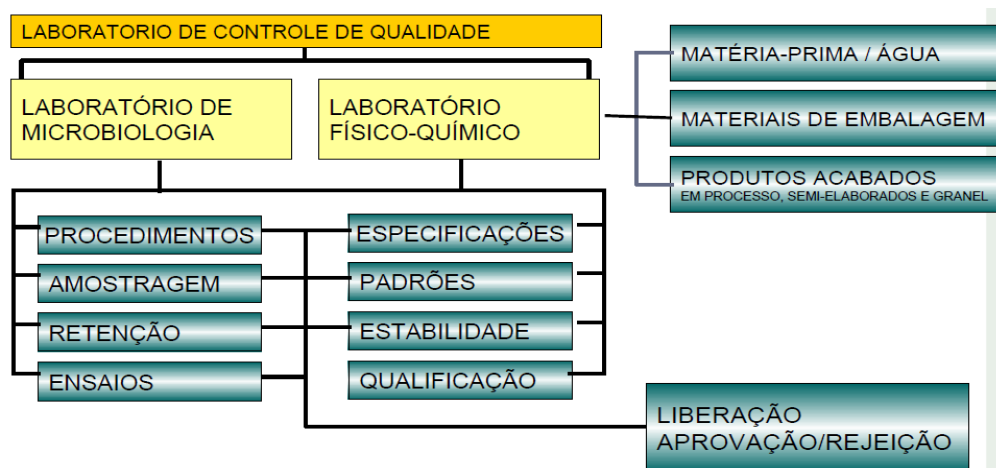


Ilustração 5. Exemplo de estrutura do controle de qualidade  
Fonte: GOMES (2013)

O controle de qualidade total é um modelo gerencial centrado no controle do processo, tendo como meta a satisfação das necessidades das pessoas, pois o verdadeiro critério da boa qualidade é a preferência do consumidor. O controle da qualidade é abordado com três objetivos: Planejar a qualidade desejada pelos clientes, manter a qualidade e melhorar a qualidade (CAMPOS, 2003).

Um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo as necessidades do cliente. Portanto, em outros termos pode-se dizer projeto perfeito, sem defeitos, baixo custo, segurança do cliente, entrega no prazo certo no local certo e na quantidade certa. O processo é controlado através dos seus efeitos. Os itens de controle de um processo são índices numéricos estabelecidos sobre os efeitos de cada processo para medir a sua qualidade total (GOMES, 2013).

Um "problema" é o resultado indesejável de um processo. Portanto, problema é um item de controle com o qual não estamos satisfeitos. Para conduzir um bom gerenciamento, É necessário que em primeira instância, tentar localizar os problemas e então aprender a resolver estes problemas. Manter "sob controle", é saber localizar o problema, analisar o

processo, padronizar e estabelecer itens de controle de tal forma que o problema nunca mais ocorra.

Objetivo principal de uma empresa é satisfação dos consumidores (através qualidade), dos empregados (através crescimento do ser humano), dos acionistas (através produtividade) e do público em geral (através de contribuição social). Este pode ser atingido pela prática do Controle da Qualidade Total (Total Quality Control – TQC) e conceitualmente é formado pelos seguintes tópicos como descrito por CAMPOS (2003):

- ✓ Produzir e fornecer serviços e produtos que sejam definitivamente requisitados pelo consumidor.
- ✓ Qualidade em primeiro lugar e conseguir a sobrevivência através do lucro contínuo pelo domínio da qualidade.
- ✓ Identificar o problema mais crítico e solucioná-lo pela mais alta prioridade.
- ✓ Ação orientada por fatos e dados: Falar, raciocinar e decidir com dados e com base em fatos.
- ✓ Uma empresa não pode ser controlada por resultados, mas durante o processo. O resultado final é tardio para se tomar ações corretivas.
- ✓ Observar cuidadosamente a dispersão dos dados e isolar a causa fundamental da dispersão.
- ✓ A satisfação do cliente se baseia exclusivamente em funções a montante.
- ✓ Respeito pelo empregado como ser humano e colaborador
- ✓ Comprometimento da alta direção: Entender a definição da missão da empresa e a visão e estratégia da alta direção e executar as diretrizes e metas araras de todas as chefias.

A qualidade de um produto depende do processo que o gera. Assim sendo, a combinação de várias causas (os chamados 6M: máquina, método, matéria prima, meio ambiente, mão de obra e medida) leva a um determinado efeito ou produto, como a cerveja.

Determinadas características de qualidade da cerveja, principalmente as que podem ser percebidas pelo consumidor, devem ser controladas ao longo de todo o processo de produção, desde o processamento da matéria-prima até o consumidor (GOMES, 2013).

TOLEDO (2000) desenvolveu um estudo sobre a qualidade na indústria agroalimentar, objetivando identificar e analisar o estado e as perspectivas da gestão da qualidade em alguns segmentos (abate e processamento da carne bovina, biscoitos, cerveja e refrigerante, derivados do chocolate, derivados do leite, derivados do tomate) do setor agroalimentar brasileiro, com o propósito de, a partir da análise inicial (levando em consideração as especificidades dessa indústria), desenvolver proposições gerais sobre a gestão da qualidade das indústrias. E o autor

descreve a gestão da qualidade no setor agroalimentar como condicionada pelas especificidades do tipo de produto agroalimentar. Para o mesmo, a primeira característica refere-se aos parâmetros e às exigências de qualidade que são ocultos, ou seja, aqueles que o consumidor não consegue detectar diretamente.

Normalmente, os parâmetros de qualidade se encontram em normas e regulamentações oficiais e se referem aos padrões físico-químicos e microbiológicos, à ausência de substâncias nocivas, à sanidade do produto e a aplicação da gestão da segurança e de ferramentas tais como Boas Práticas de Manufatura (BPM), Boas Práticas de Higiene (BPH) e Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC).

## 2.7 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS PARA A QUALIDADE DA CERVEJA

Para as análises físico-químicas e microbiológicas, de controle de qualidade industrial, podem ser aplicados os métodos oficiais e as tolerâncias analíticas reconhecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Outros métodos de análise poderão ser utilizados na fiscalização de bebida e sua matéria-prima, desde que reconhecidos pelo mesmo órgão fiscalizador competente.

Os métodos de análises aplicados para controle de processo na indústria cervejeira, geralmente são os métodos internacionais e são utilizados para a caracterização físico-química e microbiológica da cerveja. Como os das normas ASBC (American Society of Brewing Chemists), os métodos Analytical EBC (European Brewers Convention) e os métodos de MEBAK (Mittleuropäische brautechnische analysen kommission). São métodos de alto grau de confiabilidade e estabelecidos por meio de convenções internacionais e são comercializados como padrões para controle de qualidade nas cervejarias e atribui um valor diferenciado ao processo de produção.

ARAUJO, *et al.* (2003) estudou o perfil físico químico de cervejas provenientes de dois segmentos do mercado brasileiro, microcervejarias com grandes marcas nacionais, e relacionou os atributos sensoriais com resultados físico-químicos obtidos. O autor mencionou que a análise quantitativa descreve as propriedades sensoriais do produto e mede a intensidade em que essas propriedades são percebidas pelo consumidor, o que permite a descrição das características com precisão em termos matemáticos.

O estudo desenvolvido por SOUZA *et al.*(2010) objetivou a caracterização físico-química de oito cervejas do tipo pilsen, avaliando a qualidade do produto de acordo com a legislação da ANVISA (decreto nº 2314/1997), uma vez que a necessidade do mercado é um produto diferenciado e com garantia na qualidade sensorial e físico-química.

### 2.7.1. Amargor

O sabor amargo ou amargor é fortemente atribuído a um grupo de compostos chamados ácidos iso- $\alpha$  (ilustração 6). Estes não ocorrem naturalmente na cerveja, mas são resultados da isomerização de produtos que ocorrem naturalmente. A isomerização é levada a cabo durante a ebulição do mosto, com uma eficiência de 30% e, por isso, usam-se os ácidos- $\alpha$  do lúpulo para aumentar a quantidade dos ácidos iso- $\alpha$ . Estes são os maiores responsáveis pelo amargor das cervejas.

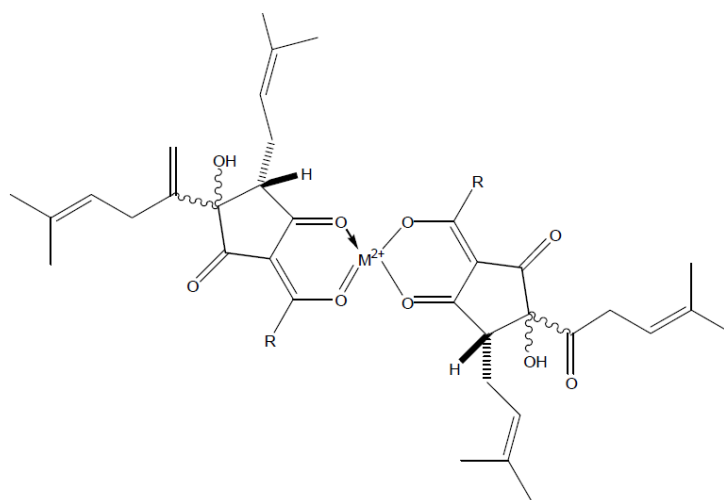


Ilustração 6. Estrutura dos ácidos iso- $\alpha$   
Fonte: SILVA & FARIA (2008)

O amargor é um dos principais fatores de diferenciação entre as cervejas e é definido em UA (unidade de Amargor). A observância das unidades de amargor dentro dos padrões de qualidade garante uma melhor estabilidade organoléptica, condições microbiológicas mais satisfatórias bem como melhores propriedades da espuma. Pode ser conferido pelas isohumulonas oriundas do processo de isomerização do lúpulo durante a fervura do mosto e da adição do lúpulo tetra, no processo de filtração da cerveja.

SILVA & FARIA (2008) estudaram a intensidade de amargor e do seu princípio ativo em cervejas de diferentes características e marcas comerciais, objetivando medir analiticamente as características amargas de algumas marcas de cervejas brasileiras e americanas, determinando o amargor por método espectrofotométrico, bem como a quantificação por cromatografia líquida de frações específicas dos iso- $\alpha$ -ácidos presentes; Também discutir a relação entre unidades de amargor e os teores de iso- $\alpha$ -ácidos totais e suas frações isohumulona, isocohumulona e isoadhumulona presentes nos tipos de cerveja.

Já os autores RIETHER & CARDOSO (2010) estudaram a reatividade dos diferentes epímeros de iso- $\alpha$ -ácidos frente ao radical estável 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH•) como

modelo de radical peroxila, objetivando demonstrar que estes compostos sofrem degradação fotossensibilizada por flavinas; Além disso, discutir a influência dos iso- $\alpha$ -ácidos na bebida, uma vez que estes conferem a qualidade de espuma e o sabor amargo característico da cerveja.

Os principais métodos internacionais comercializados atualmente são: da Analytica EBC (section 9, method 9.8 – Bitterness of beer IM) para determinar as substâncias amargas da cerveja e da ASBC (Beer 23 – Beer Bitterness, method D bitterness units) que emprega quatro tipos de métodos para expressar o valor verdadeiro em UA empregando extração por solvente.

### 2.7.2. Dicetonas Vicinais

Dicetonas Vicinais (“Vicinal DiKetones” - VDK) são constituídas de cetonas 2,3 butanodiona (diacetil) e 2,3 pentanodiona. O diacetil e a pentanodiona estão presentes nos produtos secundários do metabolismo fermentativo da levedura cervejeira e formam-se através da oxidação das moléculas de 2-Acetolactato e Hidroxibutirato, respectivamente. A reação de oxidação do 2-acetolactato para o diacetil deve ocorrer antes da perda do poder de redução do diacetil pelo fermento, caso contrário, o 2-acetolactato presente na cerveja filtrada reagirá com o oxigênio absorvido durante a filtração e o engarrafamento, vindo a formar diacetil que não será mais reduzido em face de ausência de fermento. Além disto, as dicetonas vicinais podem aparecer como produtos do metabolismo de certas bactérias prejudiciais a cerveja, notadamente “*Pediococcus damnosus*” (MEDEIROS, 2010). A principal VDK na cerveja é a 2,3-butanodiona (diacetilo), mas também existem quantidades significativas de 2,3-pentanodiona, produzida durante a fermentação.

O diacetil possui um limite de perceptibilidade relativamente baixo (0,05 mg/L), entretanto, apresenta influência fortemente negativa sobre o aroma da cerveja. Ele é também um dos principais parâmetros para designar o estágio de maturação da cerveja (SANTOS, 2004). Ao contrário dos ésteres e dos álcoois, que são benéficos para o sabor/aroma da cerveja, as dicetonas vicinais são consideradas problemas e defeitos na bebida.

A produção de dicetonas vicinais são as principais causas de tempos elevados na etapa de fermentação e conseqüente aumento no tempo total do processo, uma vez que não se pode passar o produto para a etapa seguinte sem sua completa redução, devido principalmente esse subproduto da fermentação ser considerado crítico e possuir um baixo limiar de perceptibilidade (MEDEIROS, 2010).

MEDEIROS (2010) dissertou sobre a influência da concentração de dicetonas vicinais totais durante o processo de fermentação, pois as dicetonas constituem um dos principais subprodutos que além de serem limitantes quanto à qualidade do produto para as etapas subsequentes, possuem influência na percepção pelo consumidor. O autor descreve que, devido à instabilidade da qualidade das matérias primas principais e dos controles de processo durante a fermentação, o desenvolvimento de estudos sobre as variáveis que têm impactos positivos ou negativos no tempo total de fermentação e na qualidade do produto final representam grandes desafios das cervejarias.

Os principais métodos internacionais comercializados e aplicados atualmente são: da Analytica EBC (section 9, method 9.24.1 – Vicinal diketones in beer: spectrophotometric method) para determinar a concentração de dicetonas vicinais em cervejas por espectrofotometria na região ultravioleta, da Analytica EBC (section 9, method 9.24.2 – Vicinal diketones in Beer: Gas Chromatographic Method) para a determinação das dicetonas vicinais, 2,3-butanodiona (diacetil), 2,3-pentanodiona e seus precursores em mostos de fermentação e cervejas por cromatografia em fase gasosa utilizando uma coluna capilar.

E os apresentados pela ASBC (Beer 25 – Diacetyl, method D ultravioleta spectrophotometer) que emprega cinco tipos de métodos para determinar o conteúdo de diacetil em mg/L, que também envolvem técnicas de espectrofotometria no ultravioleta e cromatografia gasosa.

### 2.7.3. Espuma

A estabilidade da espuma é característica fundamental da apresentação comercial do produto, uma vez que, juntamente com a cor, fornece a primeira característica física perceptível após o envasamento. O controle de qualidade da espuma é de grande importância, pois a mesma protege a cerveja da oxidação e dificulta a perda de CO<sub>2</sub>. Além de estável, a espuma deve ser branca, cremosa, de porosidade fina e apresentar boa aderência ao copo; A estabilidade também sofre influência direta, em maior ou menor escala, devido a diversos fatores intrínsecos ao processo produtivo, tais como: teor de proteínas no malte, resinas do lúpulo, taxa de evaporação e pH do cozimento (CASTRO &SERRA, 2012).

Uma das primeiras características utilizadas na avaliação de uma cerveja é a qualidade da sua espuma. Pela sua capacidade de influenciar a decisão de compra dos consumidores é um fator muito importante para a indústria cervejeira. A forma como uma cerveja é dispensada tem grande influência na formação de espuma. A manutenção da espuma formada, no entanto,

depende essencialmente da presença de agentes promotores de espuma e da ausência de agentes com efeito nefasto para a mesma (SANTOS, 2004).

A espuma é um sistema coloidal constituído por uma fase gasosa descontínua e uma fase líquida ou sólida contínua. A quantidade de líquido que se mantém na espuma é, fortemente, dependente do tempo, o que complica o estudo deste sistema heterogéneo. A espuma da cerveja é estabilizada pela presença de polipeptídeos e ácidos, fornecidos pelo lúpulo, e que proporcionam o amargor característico. No entanto, existem muitos outros compostos, que contribuem para as características e propriedades da espuma (HUGHES & BAXTER, 2001).

Existe uma grande variedade de proteínas na espuma, sendo a proteína Z da cevada, aquela que se encontra em maiores quantidades. Também existe uma porção significativa de proteínas derivada das células da levedura. As proteínas glicosiladas não-enzimáticas, as glicoproteínas, as proteínas de elevado ponto isoelétrico ou as proteínas hidrofóbicas, são apontadas como grandes contribuintes para a estabilidade da espuma. Mais precisamente, é o seu carácter anfipático, isto é, a presença das duas regiões, polar e apolar, na mesma molécula, em vez da sua hidrofobicidade, que é uma propriedade crucial para a atividade da espuma (HUGHES & BAXTER, 2001).

Durante muito tempo tem se associado à estabilidade da espuma com os polipeptídeos, entre os grandes polipeptídeos que estabilizam a espuma estão os polipeptídeos pequenos que interferem na estabilidade. As glicoproteínas também são consideradas como estabilizadoras da espuma, porém seu papel é questionado na atualidade. A liberação continuada de CO<sub>2</sub> nas cervejas muito carbonatadas também serve para manter a espuma. Os aditivos como Alginato de propilenoglicol podem ser empregados para conferir estabilidade da espuma da cerveja, porém não são efetivos na ausência de polipeptídeos estabilizantes (ALMEIDA, 2006).

SILVA *et. al.* (2006) avaliaram a influência de polipeptídeos e proteínas na qualidade da espuma utilizando métodos analíticos que apresentam grandes potencialidades, são os electroforéticos, cromatográficos e imunológicos. O autor abordou sobre os polipeptídeos e as proteínas com influência na qualidade da espuma da cerveja e a importância de sua caracterização na cerveja.

Os principais métodos internacionais comercializados e aplicados para o controle de qualidade são: da Analytica EBC (section 9, method 9.42 – Foam stability of beer using the Nibem-T meter) para determinar pelo medidor Nibem-T. E o da ASBC (Beer 22 – Foam collapse rate, method B, foam flashing method) que mede a taxa de colapso da espuma pelo método de valor sigma valor.

#### 2.7.4. Extrato Original

Extrato original é a quantidade de extrato antes de iniciar o processo de fermentação; é o extrato originado no começo do cozimento e sua unidade é dada em Plato (°P). Extrato aparente é o extrato medido durante o processo de fermentação. O nome aparente é dado devido ao erro analítico originado pelo álcool, que possui uma densidade diferente da Água. Extrato real é o extrato medido durante o processo de fermentação, considerando a correção da densidade do álcool (SANTOS, 2004).

Os principais métodos internacionais comercializados e aplicados para o controle de qualidade são: da Analytica EBC (section 9, method 9.4 – Original, real and apparent extract and original gravity of beer) que estabelece uma estimativa do extrato original, extrato real e aparente e massa original da cerveja, no destilado alcoólico e no resíduo de cerveja após a destilação. E o da ASBC (Beer 6 – Calculated values, method A extract of original wort) que calcula os valores para o extrato do mosto original, grau real de fermentação, grau aparente de fermentação, e o teor de carboidratos da cerveja.

#### 2.7.5. Polifenóis

Os polifenóis de baixo peso molecular são antioxidantes naturais e contribuem em grande parte no poder redutor durante a mosturação, protegendo a cerveja contra a oxidação e melhorando a estabilidade das propriedades físico-químicas. O poder redutor decresce com o aumento do peso molecular e alguns polifenóis são antioxidantes por sua habilidade em quelar íons metálicos e outros são considerados pró-oxidantes devido à sua capacidade de transferir elétrons para íons metálicos (SANTOS, 2004).

O composto fenólico mais simples já encontrado em cervejas é o ácido ferúlico (ilustração 7). Outros compostos fenólicos monoméricos são a catequina e a quercetina (ilustração 7). Atualmente tem-se observado o crescimento do interesse na composição fenólica de alimentos e bebidas, por parte de consumidores e produtores. Os polifenóis são os antioxidantes encontrados em maior quantidade na dieta. As principais fontes de polifenóis na dieta são sucos de fruta, vinho, chá, café, cerveja e chocolate. Estudos epidemiológicos sugerem uma relação entre alimentos ricos em polifenóis e a prevenção de algumas doenças, como câncer, doenças cardiovasculares e inflamações (BAMFORTH, 2002).

A cerveja pode ser considerada uma boa fonte de polifenóis, pois uma quantidade considerável de compostos fenólicos é encontrada tanto no malte quanto no lúpulo. Cerca de 70 a 80% dos compostos fenólicos são originários do malte, enquanto 20 a 30% se originam do

lúpulo. No entanto, os compostos fenólicos originários da cevada sofrem mudanças durante o processamento, e por isso não são tão bem caracterizados quanto os derivados do lúpulo. A instabilidade não biológica é proveniente de uma série de reações químicas envolvendo proteínas, carboidratos, polifenóis e íons metálicos que alteram a estrutura física do produto (SIQUEIRA, *et. al.* 2008).

SIQUEIRA *et. al.* (2008) estudaram o efeito dos polifenóis no processo de fabricação de cerveja e observaram que os compostos polifenólicos têm papel extremamente importante no processamento da cerveja, principalmente os flavonóis, que podem se polimerizar e combinar com proteínas, causando turbidez no produto e perda na qualidade. Essa perda de qualidade influencia no surgimento de alterações nas propriedades físicas da cerveja que ainda é um problema que a indústria cervejeira procura solucionar. A cerveja é um produto instável, que passa por diversas transformações químicas, físicas e sensoriais durante sua vida de prateleira.

O ácido ferúlico é capaz de atuar como antioxidante, mas também é passível de sofrer descarboxilação por uma enzima presente em algumas bactérias, que leva a formação do 4-vinilguaiacol, que causa um sabor não desejável à cerveja. Essa enzima não é produzida pela levedura cervejeira, portanto o aparecimento dessa substância é indício de contaminação por microrganismos. Outros compostos como a catequina e quercetina são reconhecidamente antioxidantes, inibindo a enzima lipoxigenase e atuando como seqüestradores de oxigênio. Quando os compostos fenólicos se oxidam, podem sofrer polimerização, formando compostos polifenólicos e nebulosidade. Tais compostos, na presença de certos polipeptídios, podem formar compostos insolúveis que podem causar turvação na cerveja (BAMFORTH, 2002).

Os principais métodos internacionais comercializados e aplicados para o controle de qualidade são: da Analytica EBC (section 9, method 9.11 – Total polyphenols in beer by spectrophotometry) que estabelece a concentração de polifenóis totais em mg/L, utilizando espectrofotometria no comprimento de onda de 600nm. E o da ASBC (Beer 35 – Total polyphenols), onde se utiliza um meio reativo com citrato férrico e solução alcalina, produzindo uma coloração vermelha que também é medida em espectrofotômetro.

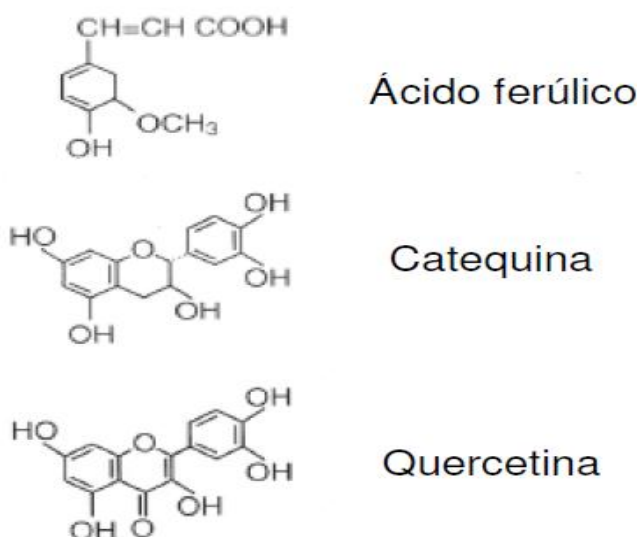


Ilustração 7. Alguns compostos fenólicos presentes na cerveja  
Fonte: BAMFORTH (2002)

#### 2.7.6. Turbidez

A cerveja permanece instável após a embalagem e durante sua vida de prateleira. Tal instabilidade pode ser biológica ou não. A instabilidade não biológica é proveniente de uma série de reações químicas envolvendo proteínas, carboidratos, polifenóis e íons metálicos que alteram a estrutura física do produto. A instabilidade física da cerveja ocorre principalmente pela formação de turbidez, a partir da reação de polimerização dos compostos fenólicos e sua associação com algumas proteínas. A matéria-prima utilizada para a produção da cerveja é fonte de precursores da turbidez, como polifenóis e proteínas, mas sua formação pode ser estimulada por uma série de fatores, como a presença de oxigênio e de íons metálicos, a pasteurização, e principalmente a temperatura de estocagem, que pode acelerar a taxa das reações (SIQUEIRA, *et. al.* 2008).

Alguns procedimentos podem prevenir ou retardar o aparecimento da turbidez, tais como prevenir a formação de grande quantidade de produtos de degradação dos complexos proteicos, fazer uma hidrólise enzimática destes produtos de degradação, remover compostos fenólicos de maior peso molecular, armazenar a cerveja no estágio de maturação em temperaturas bem altas a fim de precipitar os precursores da formação da turbidez ou ainda, armazenar o produto final em temperaturas mais elevadas para retardar o aparecimento da turbidez (SIQUEIRA, *et. al.* 2008).

O uso de agentes estabilizantes para prevenir a formação de turbidez é muito utilizado na indústria. Estes podem ser sílica gel ou polivinil-polipirrolidona (PVPP). A sílica gel age ligando-se a polipeptídeos hidrofílicos, enquanto o PVPP remove os polifenóis de maior peso

molecular, por ter uma estrutura muito semelhante à do aminoácido (SIQUEIRA, *et. al.* 2008).

A clareza da cerveja, a ausência de turvação e de partículas, é uma propriedade importante. Se a turbidez está presente por causa de fatores de processamento ou como resultado do envelhecimento e/ou refrigeração do produto embalado, um meio para a sua mensuração está relacionado a uma turbidez de referência reprodutível, que é um requisito para a medição e resultados consistentes.

Os principais métodos internacionais comercializados e aplicados para o controle de qualidade são: da MEBAK (section 2, method 2.14.1 – Trübung) que permite a mensuração da turbidez em termos de unidades de turbidez formazina. E o da ASBC (Beer 27 – Physical stability, method B nephelometric method), que emprega método nefelométrico e instrumentação moderna para uma medição quantitativa.

#### 2.7.7. pH

O pH é uma variável importante na estabilidade da espuma da cerveja. Verifica-se que quando o pH é baixo, a estabilidade da espuma é maior, pois um número significativo de ácidos, provenientes do lúpulo, é indissociável num intervalo pequeno de valores de pH. Isto significa que estes ácidos são mais hidrofóbicos e podem adsorver na interface com mais eficiência (SANTOS, 2004).

Fatores como pH exercem nas diversas fases de elaboração dos mosto, influência decisiva na ação enzimática e conseqüentemente na composição final do mosto. Durante o processo de fervura, influencia a coagulação proteica, a solubilização e a isomerização dos componentes do lúpulo e o desenvolvimento da cor. Elevações no pH do mosto tendem a produzir modificações na estabilidade físico-química da cerveja, devido a coagulação deficiente das proteínas, durante a fervura. Valores elevados podem indicar problemas com a fermentação e maturação, além de interferir na redução do diacetil. Pode-se dizer que o pH da cerveja depende de fatores tais como: pH na fervura, capacidade tamponante do mosto, quantidade de ácidos orgânicos formados durante a fermentação, práticas de diluição de mosto e aditivos (CASTRO & SERRA, 2012).

Os principais métodos internacionais comercializados e aplicados para o controle de qualidade industrial são: da Analytica EBC (section 9, method 9.35 – pH of beer) aplicado com a amostra descarbonatada à 20°C e permite a mensuração utilizando um medidor de pH, que é o mesmo princípio do método da ASBC (Beer 9 – pH, hydrogen ion concentration).

### 2.7.8. Cor

A Cor da cerveja é uma propriedade determinante que permite aos consumidores distinguir o tipo de cerveja, assim como os requisitos de controle da produção. Em princípio, toda a cor da cerveja se forma durante a produção do malte e do mosto, sendo responsáveis quatro agentes principais: melanóides, polifenóis oxidados, metais vestigiais (ferro e cobre) e riboflavina (ALMEIDA, 2006).

O primeiro contribuinte para a cor da cerveja é o grupo de compostos designados por melanóides, pigmentos solúveis, com um intervalo de cores desde o âmbar até ao amarelo, formados a partir das Reações de Maillard. A segunda fonte significativa para a cor da cerveja são os polifenóis oxidados como os polifenóis do malte. A terceira fonte de cor pode ser devida às interações com metais vestigiais, o cobre e o ferro podem estimular a oxidação de compostos (como os polifenóis). Finalmente, a riboflavina (vitamina B2 presente nas células da levedura) pode contribuir, significativamente, para a cor das cervejas (HUGHES & BAXTER, 2001).

No processo cervejeiro a reação de escurecimento na etapa de secagem do malte e tem continuidade durante a fervura do mosto. A reação de escurecimento ocorre entre o aminoácido prolina (aminoácido principal no mosto e na cerveja) e o açúcar maltose. Dessa forma o nível de prolina no mosto deve afetar a cor da cerveja. A cor do mosto cervejeiro é um indicativo da cor final da cerveja, sendo importante seu controle durante a fabricação (CASTRO. & SERRA 2012). A escala de cor é definida em EBC.

Os principais métodos internacionais comercializados e aplicados para o controle de qualidade industrial são: da Analytica EBC (section 9, method 9.6 – Color of beer: spectrophotometric method) que utiliza a espectrofotometria para mensuração. E o da ASBC (Beer 10 – Color, method A spectrophotometric color), que apresenta três métodos A, B e C e determina a cor da cerveja pelo método espectrofotométrico, pelo fotométrico, e pelo colorimétrico.

## 3. OBJETIVOS

Este trabalho objetivou descrever as principais análises físico-químicas aplicadas na indústria cervejeira, utilizando métodos internacionais de análise. E verificar a qualidade e a conformidade de duas marcas de cervejas tipo pilsen, quanto ao atendimento dos padrões internacionais utilizados pela legislação brasileira de regulamentação da cerveja, no que se

refere às variáveis amargor, pH, estabilidade da espuma, extrato original, turbidez, concentração de dicetonas vicinais, cor e polifenóis.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 OBTENÇÃO DE AMOSTRAS

As amostras que foram utilizadas são comercializadas no mercado Paraense e classificadas como pilsen, e foram identificadas como *cerveja A* e *cerveja B*, cujos prazos de validade eram respectivamente 01/03/2015 e 05/03/2015.

As análises foram realizadas no laboratório de controle de qualidade de uma indústria cervejeira e no laboratório de Química ensino na Universidade Federal do Pará, e todas as variáveis foram analisadas em duplicata.

### 4.2 ANÁLISE DE AMARGOR

Foi realizado conforme o método Analytica EBC (section 9, method 9.8 – Bitterness of beer IM), que consiste em adicionar em 5mL da amostra descarbonatada, cerca de 0,5mL de solução de ácido clorídrico 3N e 10mL de isoctano P.A. O sistema foi mantido sob agitação por 15 minutos/30 rpm. Esta mistura foi submetida à centrifugação por 3000rpm/3minutos. Coletou-se o sobrenadante para leitura em unidades UA em espectrofotômetro (marca: HACH, modelo: DR5000) da absorbância em 275nm, utilizando como o branco o isoctano P.A.



Ilustração 8. Espectrofotômetro da marca HACH e modelo DR5000  
Fonte: <http://www.hach.com/dr-5000-uv-vis-spectrophotometer>

### 4.3 DETERMINAÇÃO DE EXTRATO ORIGINAL DA CERVEJA

Foi realizado conforme o método Analytica EBC (section 9, method 9.4 – Original, real and apparent extract and original gravity of beer), realizada em equipamento Beer analyzer

(marca: ANTON PAAR, modelo: SP-1M). A amostra foi descarbonatada e climatizada a 20°C, posteriormente foi transferida uma alíquota para o vial do equipamento e colocado no seu interior. O resultado é fornecido pelo próprio equipamento por leitura direta em unidade platô (°P).

#### 4.4 ANÁLISE DE POLIFENÓIS

A análise de polifenóis foi realizada pelo método de Analytica EBC (section 9, method 9.11 – Total polyphenols in beer by spectrophotometry), com a amostra previamente descarbonatada; Foi adicionado à 10mL da amostra, 0,5mL de Hidróxido de amônio 33%, 8mL de solução de CMC e 0,5mL de Citrato férrico de amônio 3,5%, o branco também foi preparado da mesma forma com a exceção da adição de Citrato férrico. Após o tempo reacional de 10 minutos, a mistura de amostra e o branco foram submetidos à leitura em espectrofotômetro (marca: HACH, modelo: DR5000) no comprimento de onda de 600 nm em unidades mg/L.

#### 4.5 ANÁLISE DE pH

A análise de pH foi realizada pelo método de Analytica EBC (section 9, method 9.35 – pH of beer) com a amostra previamente preparada, descarbonatada e estabilizada a 20°C, e a leitura foi feita em medidor de pH (marca: SCHOTT, modelo: LAB850). Imergiu-se o eletrodo em alíquota de aproximadamente 200mL e o resultado foi obtido pelo próprio equipamento por leitura direta.

#### 4.6 DICETONAS VICINAIS EM CERVEJA

Foi utilizado um método espectrofotométrico da Analytica EBC (section 9, method 9.24.1 – Vicinal diketones in beer: spectrophotometric method), que necessita de prévia destilação da cerveja descarbonatada e com certa quantidade de anti-espumante para extração das dicetonas vicinais totais. Em duas alíquotas de 10mL (para amostra e para o branco) do destilado foi adicionado 0,5mL de ortofenilenodiamina e a mistura teve um tempo reacional de 25 minutos e foi mantido ao abrigo da luz; Apenas na mistura de amostra foi adicionado 2mL de solução de ácido clorídrico 4N e homogeneizado para a leitura em espectrofotômetro (marca: HACH, modelo: DR5000) em 335nm em unidades mg/L.

O desenvolvimento da coloração é obtido através da reação com ortofenilenodiamina para a obtenção da 2,3 dimetilquinoxalina, cuja absorbância medida a 335nm é proporcional à concentração de dicetonas vicinais.

#### 4.7 ANÁLISE DE COR

Foi utilizado um método espectrofotométrico da Analytica EBC (section 9, method 9.6 – Color of beer: spectrophotometric method), previamente a amostra foi filtrada com papel de filtro com uso de terra diatomácea, coletando o filtrado desprezando os primeiros milímetros. A leitura de absorbância da amostra foi realizada em espectrofotômetro (marca: HACH, modelo: DR5000) no comprimento de onda de 430nm, utilizando água ultra pura com branco, em unidades EBC.

#### 4.8 ANÁLISE DE TURBIDEZ

A análise de turbidez foi realizada através da metodologia ASBC (Beer 27 – Physical stability, method B nephelometric method), determinado por meio de turbidímetro (marca: HAFFMANS, modelo: VOS ROTA 90/25), e foi colocada certa alíquota de amostra no suporte de amostra e introduzido no aparelho para a obtenção do resultado, que é fornecido pelo equipamento em unidades EBC.



Ilustração 9. Turbidímetro de marca HAFFMANS e modelo VOS ROTA 90/25  
Fonte: [http://www.haffmans.nl/EngineeredProduct\\_P\\_Turbidity\\_Measurement.aspx](http://www.haffmans.nl/EngineeredProduct_P_Turbidity_Measurement.aspx)

#### 4.9 DETERMINAÇÃO DA ESTABILIDADE DA ESPUMA

A determinação da estabilidade foi realizada de acordo com o método da Analytica EBC (section 9, method 9.42 – Foam stability of beer using the Nibem-T meter) com a finalidade de determinar a vida média da espuma, a partir da estimativa do tempo de queda de uma quantidade pré-definida de espuma utilizando um instrumento científico.

A amostra foi mantida em banho termostático a 20°C por tempo suficiente para estabilização e foi colocada no amostrador de cerveja; Abriu-se a válvula manual do tubo de amostragem e deu-se uma descarga de espuma para eliminar o ar e encher o tubo, a espuma inicial foi desprezada. Abriu-se a válvula manual novamente até que a espuma transbordasse do copo de vidro, este foi levado para a unidade de medição, encostando-se ao suporte guia da unidade de medição e direcionando o sistema de eletrodos para o centro do copo para fechar a porta do analisador Nibem-T. O resultado foi fornecido pelo próprio equipamento medidor (marca: HAFFMANS, modelo: NIBEM-T), cujo o mesmo é referido em segundos.



Ilustração 10. Equipamento Nibem T para teste de estabilidade de espuma  
Fonte: [http://www.haffmans.nl/EngineeredProduct\\_P\\_Foam\\_Measurement.aspx](http://www.haffmans.nl/EngineeredProduct_P_Foam_Measurement.aspx)

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os métodos internacionais aplicados apresentaram resultados bastante satisfatórios, pois requisitaram a utilização de técnicas de relativa simplicidade, no entanto de mais alta robustez. Na maioria das metodologias aplicadas, utilizou-se a espectrofotometria UV-visível que é uma técnica analítica de baixo custo operacional, de fácil utilização e que promove com eficiência a determinação quantitativa de compostos contendo grupos absorventes na cerveja.

Os valores utilizados para fins de comparação com os resultados obtidos nas análises da *cerveja A* e da *cerveja B* foram identificados como limites analíticos, como observado na tabela 3 e na tabela 4, sendo estas especificações de qualidade da cerveja citadas pela lei nº 8919/1994.

Os resultados obtidos nas análises da *cerveja A* estão dispostos na tabela 3 e comparados com os respectivos limites analíticos pode-se inferir que a mesma está conforme os padrões aceitáveis de qualidade.

Tabela 3. Resultados obtidos para a cerveja A e os limites analíticos para cada variável

<b>PARÂMETROS</b>	<b>RESULTADOS DA CERVEJA A</b>	<b>PADRÕES INTERNACIONAIS</b>
AMARGOR (UA)	8,90	$9 \pm 0,1$
COR (EBC)	5,60	$5,8 \pm 0,6$
DICETONAS VICINAIS (mg/L)	0,05	$\leq 0,06$
ESPUMA (seg.)	243,00	$\geq 240,0$
EXTRATO (°P)	10,75	$10,8 \pm 0,1$
pH	4,40	$4,2 \pm 0,2$
POLIFENÓIS (mg/L)	116,00	$110,0 \pm 30,0$
TURBIDEZ (EBC)	0,15	$\leq 0,8$

Os resultados obtidos nas análises da *cerveja B* estão dispostos na tabela 4 e comparados com os respectivos limites analíticos pode-se inferir que a mesma está conforme os padrões aceitáveis de qualidade.

Tabela 4. Resultados obtidos para a cerveja B e os limites analíticos para cada variável

<b>PARÂMETROS</b>	<b>RESULTADOS DA CERVEJA B</b>	<b>PADRÕES INTERNACIONAIS</b>
AMARGOR (UA)	8,70	$9 \pm 0,1$
COR (EBC)	5,80	$5,8 \pm 0,6$
DICETONAS VICINAIS (mg/L)	0,05	$\leq 0,06$
ESPUMA (seg.)	240,00	$\geq 240,0$
EXTRATO (°P)	10,84	$10,8 \pm 0,1$
pH	4,40	$4,2 \pm 0,2$
POLIFENÓIS (mg/L)	126,00	$110,0 \pm 30,0$
TURBIDEZ (EBC)	0,14	$\leq 0,8$

Comparando os resultados de cada cerveja com os padrões internacionais, que são os limites citados nas legislações (Lei 8918, Decreto 6871, IN 54 e Regulamento técnico nº14), pode-se observar que estas estão sendo comercializadas em conformidade, demonstrando que a empresa produtora é comprometida com uma das exigências estabelecidas pela legislação.

Uma das amostras de cerveja pilsen analisadas por CASTRO & SERRA (2012) apresentaram pH de 4,24, a estabilidade de espuma de 233 segundos, o amargor de 9,0 UA e a cor de 5,0 EBC. Esses resultados foram semelhantes aos obtidos neste trabalho, no entanto apresentavam especificações irregulares, e por isso a *cerveja A* e *B* estão em maior conformidade aos padrões internacionais. Os valores de pH foram aproximados em relação a *cerveja A* e *cerveja B*; Já a estabilidade da espuma da *cerveja A* foi 4,5% maior e a *cerveja B* é 3% mais estável; O amargor da *cerveja A* e *B* é respectivamente, 1% e 3% menor; E a cor *cerveja A* e *B* é respectivamente, 12% e 15% maior.

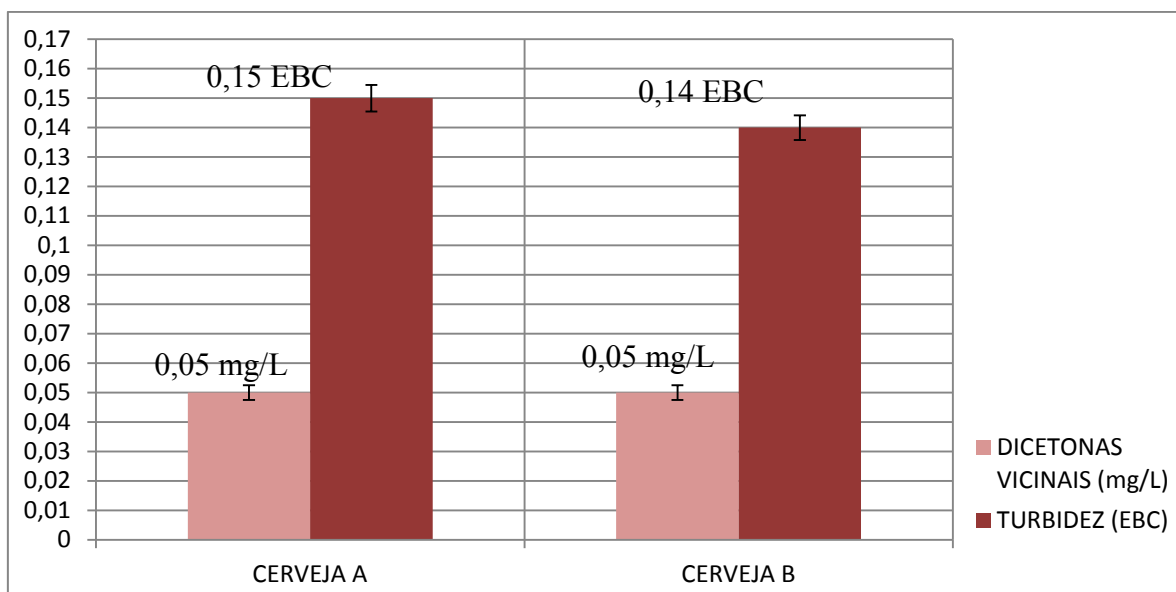


Ilustração 11. Gráfico dos resultados de dicetonas vicinais e turbidez das amostras

Conforme observado na ilustração 11, os valores de dicetonas vicinais para ambas as amostras, *cerveja A* e *cerveja B*, foi de 0,05mg/L que comparado com os valores limites da tabela 3 e 4 apresentou resultado conforme para ambas amostras.

Para os valores de turbidez para a *cerveja A* foi de 0,15 EBC e para a *cerveja B* foi de 0,14 EBC, e também estão conforme seus limites especificados.

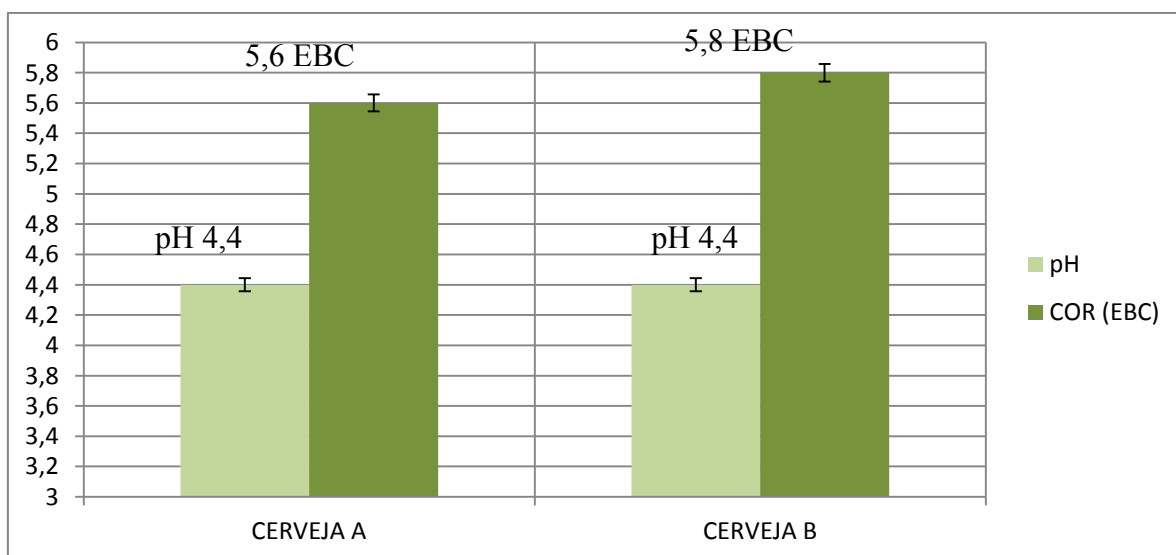


Ilustração 12. Gráfico dos resultados de pH e cor das amostras

Na ilustração 12, observa-se que valores de pH encontrados foi de 4,4 para ambas amostras, mesmo sendo este o valor limítrofe para esta variável, ainda foi considerado dentro da faixa aceitável. A cor foi de 5,6 EBC para a *cerveja A* e 5,8 para a *cerveja B*.

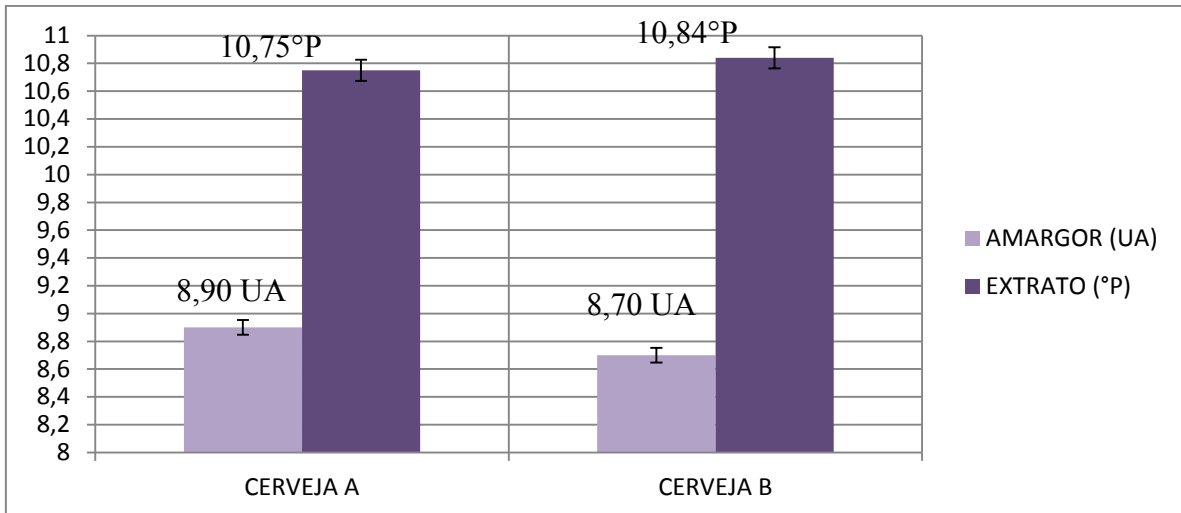


Ilustração 13. Gráfico dos resultados de amargor e extrato das amostras

De acordo com a ilustração 13, os valores de amargor da *cerveja A* foi de 8,90 UA e da *cerveja B* foi 8,70 UA; E a determinação do extrato foi de 10,75°P para a *cerveja A* e 10,84°P pra a *cerveja B*; Ambos parâmetros também apresentaram valores nas faixa aceitáveis de seus limites analíticos.

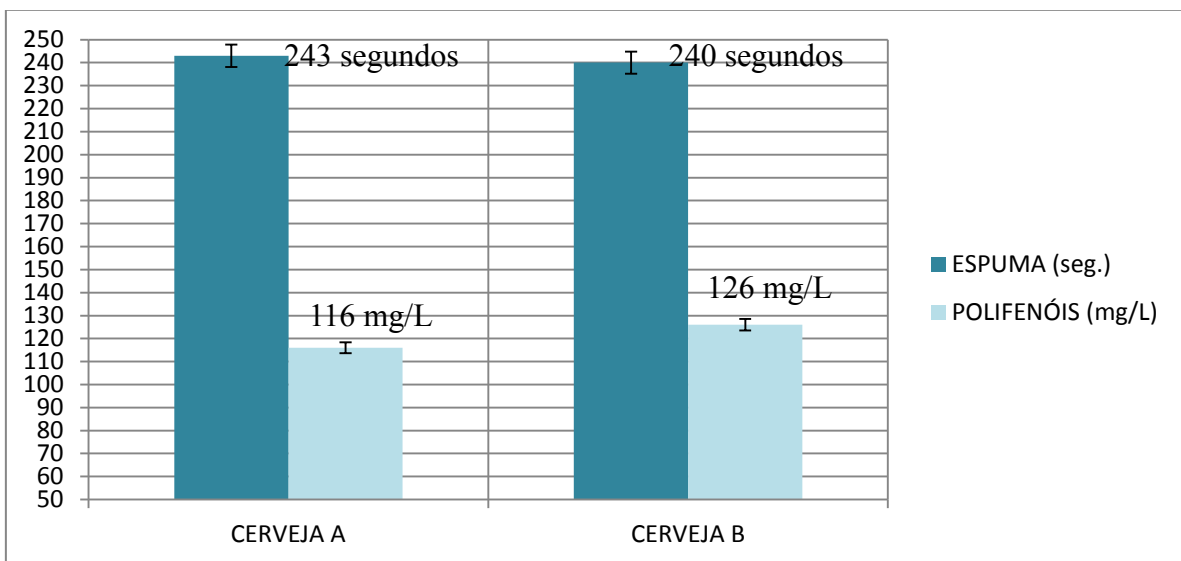


Ilustração 14. Gráfico dos resultados de espuma e polifenóis das amostras

Já na ilustração 14 foi observado que a estabilidade da espuma da *cerveja A* foi relativamente melhor, uma vez que foi de 243 segundos e da *cerveja B* foi de 240 segundos; A *cerveja B* apresentou-se no limítrofe da faixa padrão de estabilidade, mais ainda está na faixa aceitável de seu valor padrão. O teor de polifenóis determinados para a *cerveja A* foi de 116 mg/L e para a *cerveja B* foi de 126mg/L, ambos dentro dos limites aceitáveis e em conformidade com seus limites analíticos para a qualidade.

## 6. CONCLUSÃO

O amargor da *cerveja A* foi cerca de 2,25% maior que o da *cerveja B*, e por isso pode-se inferir que a *cerveja A* tem maior percentual de amargor em sua composição.

Para a variável cor a *cerveja B* se apresentou 3,45% a mais que a *cerveja A*. A *cerveja A* possui maior estabilidade de espuma do que a *cerveja B*, cerca de 1,25% a mais.

O extrato original da *cerveja B* é 0,83% maior que o da *cerveja A*. A concentração de polifenóis da *cerveja B* é 7,95% maior que a *cerveja A*. O parâmetro turbidez da *cerveja A* se mostrou 7,2% maior que a *cerveja B*.

A concentração de dicetonas vicinais obtidas foram iguais para ambas as cervejas, da mesma forma foi obtido para o pH.

Em relação às variáveis físico-químicas analisadas neste estudo, pode-se observar que as duas amostras de cerveja atenderam os padrões internacionais referenciados pelas legislações regulamentadoras da cerveja. Portanto estão sendo comercializadas com confiabilidade e em conformidade com a legislação regulamentadora, uma vez que não foram detectados problemas em relação aos parâmetros físico-químicos estudados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ ALMEIDA, Cláudia Isabel Rodrigues. Métodos espectroscópicos para estudo da cerveja. 2006, 143f. Dissertação (Mestrado em Química) – Departamento de Química, Universidade de Aveiro, Aveiro.
- ✓ AMBEV – Companhia de bebidas das Américas. História da cerveja. 2010. Disponível em: <http://www.ambev.com.br>. Acesso em 24 de Novembro de 2014.
- ✓ ANALYTICA EBC – EBC Analysis Committee. Disponível em: <http://www.analytica-ebc.com/index.php?mod=contents&scat=16>. Acesso em 24 de Novembro de 2014.
- ✓ ARAÚJO, Fernanda B.; SILVA, Paula H.A da; MINIM, Valéria P.R. Perfil sensorial e composição físico-química de cervejas provenientes de dois segmentos do mercado brasileiro. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 23(2), p.121-128, 2003.
- ✓ ASBC - American Society of Brewing Chemists. Disponível em: <http://methods.asbcnet.org/toc.aspx>. Acesso em 24 de Novembro de 2014
- ✓ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Informação e documentação – Referências – Elaboração: NBR 6023**. Rio de Janeiro, 24p, 2002.
- ✓ BAMFORTH, Charles W. Beer: an ancient yet modern biotechnology. **Chem. Educator**, v. 5, p. 102-112, 2002. Acesso em 09 de Outubro de 2014.
- ✓ BRASIL. **DECRETO Nº 2314, de 04 de setembro de 1997**. Presidência da República. Regulamenta a 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.
- ✓ BRASIL. **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 54, de 05 de Novembro de 2001**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Adotar o Regulamento Técnico MERCOSUL de Produtos de Cervejaria considerando a necessidade de estabelecer a identidade e a qualidade dos produtos de cervejaria destinados ao consumo humano.
- ✓ BRASIL. **LEI Nº 8.918, de 14 de julho de 1994**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas, autoriza a criação da Comissão Inter setorial de Bebidas e dá outras providências.

- ✓ CAGED – Cadastro geral de empregados e desempregados. Disponível em: <http://portal.mte.gov.br/portal-mte>. Acesso em 13 de Novembro de 2014.
- ✓ CAMPOS, Vicente F. Controle de qualidade total. 2003. Disponível em: [http://nti.facape.br/jussaramoreira/mps/material/Controle\\_de\\_Qualidade\\_Total.doc](http://nti.facape.br/jussaramoreira/mps/material/Controle_de_Qualidade_Total.doc). Acesso em 15 de Novembro de 2014.
- ✓ CARVALHO, Lilian. Guerreiro. Dossiê Técnico: Produção de cerveja. Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em <http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/NTc>. Acesso em: 23 de Setembro de 2014.
- ✓ CASTRO, Milena Paula; SERRA, Stefani Grazielle. G.; **Comparação de quatro marcas de cervejas brasileiras**. São Paulo, 25p, 2012. Trabalho de conclusão de curso (graduação em engenharia Química) – Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo. Universidade do Vale da Paraíba, São Paulo.
- ✓ CERVBRASIL – Associação Brasileira da Indústria da Cerveja. Disponível em: <http://cervbrasil.org.br/>. Acesso em 13 de Novembro 2014.
- ✓ CERVESIA. Tecnologia cervejeira. 2008. Disponível em: <http://www.cervesia.com.br>. Acesso em 10 de Outubro de 2014.
- ✓ EISENBAH. História da cerveja. 2010. Disponível em: <http://www.eisenbah.com.br>
- ✓ FGV – Fundação Getúlio Vargas. Disponível em: <http://portal.fgv.br>. Acesso em 19 de Novembro de 2014.
- ✓ GOMES, Marco Antônio. Boas Práticas de Fabricação de Cosméticos, Produtos de Higiene e Saneantes. São Paulo, 2013. Disponível em: [http://www.saude.pr.gov.br/arquivos/File/DiogoPracz/Vigilancia\\_Sanitaria/capacitacoes/controlado\\_qualidade.pdf](http://www.saude.pr.gov.br/arquivos/File/DiogoPracz/Vigilancia_Sanitaria/capacitacoes/controlado_qualidade.pdf). Acesso em 19 de Novembro de 2014.
- ✓ HUGHES, P.S.; BAXTER, E.D. – “Beer – Quality, Safety and Nutritional Aspects” – The Royal Society of Chemistry; Cambridge; 2001. Disponível em <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jsfa.1576/abstract>. Acesso em 19 de Novembro de 2014.

- ✓ JORGE, Erico Pereira. Marum. **Processamento de cerveja sem álcool**. 2004, 73f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Departamento de Matemática e Física, Universidade Católica de Goiás, Goiás.
- ✓ MATOS, Ricardo Augusto Grasel. **Cerveja: panorama do mercado, produção artesanal, e avaliação de aceitação e preferência**. 2011, 90f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agrônoma) – Departamento de Ciências agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.
- ✓ MEDEIROS, Claudio Dantas; **Efeitos de variáveis de processo no tempo de fermentação da cerveja e na concentração de dicetonas vicinais totais (TVDK)**. 2010, 75f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Programa de pós-graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.
- ✓ MEGA, Jessica F.; NEVES, Etney; ANDRADE, Cristiano J. de. A produção de Cerveja no Brasil. **Revista Citino**, Brasília, v.1, n.1, p. 21-29. 2011.
- ✓ MORADO, Ronaldo. **Larousse da cerveja**. São Paulo: Larousse Brasil. 357p. 2009.
- ✓ PALMER, John. **How to brew**. 1999. Brewers publications, Seção 1 – Disponível em: <http://howtobrew.com.br>. Acesso em 23 de Setembro de 2014.
- ✓ REITENBACH, Amanda Felipe. **Desenvolvimento de cerveja funcional com adição de probiótico: *Saccharomyces boulardi***. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Programa de pós-graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.
- ✓ RIETHER, Gustavo T.; CARDOSO, Daniel R. Reatividade dos Iso- $\alpha$ -ácidos de Gosto Amargo da Cerveja Frente ao radical DPPH. In: 33ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 2010, Águas de Lindóia. Disponível em <http://sec.s bq.org.br/eventos/33rasbq/resumos/T2075-1.pdf>. Acesso em 15 de Novembro de 2014.
- ✓ SANTOS, Júlio César. A química da cerveja. 2004. Disponível em: <http://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/Qu%C3%ADmica-Dacerveja/738045.html> acesso em 23 de Setembro de 2014.
- ✓ SICOBE – Sistema de controle de produção de bebidas. Disponível em: [www.receita.fazenda.go.br/pessoajuridica/bebidas/sistcontrprodsicobe.htm](http://www.receita.fazenda.go.br/pessoajuridica/bebidas/sistcontrprodsicobe.htm). Acesso em 13 de Novembro 2014.

- ✓ SIDOOSKI, Thiago. **Processo de produção de cerveja puro malte do tipo Pale Ale**. 2011, 183f. Trabalho de conclusão (Graduação em Engenharia Química) – Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.
- ✓ SILVA Paulo H.A.da; FARIA Fernanda C. de. Avaliação da intensidade de amargor e do seu princípio ativo em cervejas de diferentes características e marcas comerciais. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 28(4), p.902-906, 2008.
- ✓ SILVA, Filipe; FERREIRA, Isabel M.P.L.V.O.; TEXEIRA, Natércia. Polipeptídeos e proteínas com influência na qualidade da espuma da cerveja e métodos analíticos utilizados no seu estudo. **Revista Química Nova**, Vol. 29, No. 6, 1326-1331, 2006.
- ✓ SINDICERV – Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja - Disponível em: <http://www.sindicerv.com.br/cerveja-saude.php>. Acesso em 23 de Setembro de 2014.
- ✓ SIQUEIRA, Priscila B.; BOLINI, Helena M.A.; MACEDO, Gabriela A. O processo de fabricação da cerveja e seus efeitos na presença de polifenóis. **Revista Alim. Nutr.**, Araraquara, v.19, n.4, p. 491-498. 2008.
- ✓ SOUZA, Wladymyr J.B. de; VIEIRA, Fernando F.; RIBEIRO, Normando M.; ALMEIDA, Katylaine V. de; SANTOS, Raissa C. Avaliação de cervejas tipo pilsen. In: 1º CONGRESSO QUÍMICO DO BRASIL, 2010, João Pessoa. Disponível em: <http://aquimbrasil.org/congressos/2010/arquivos/T19.pdf>. Acesso em 02 de Novembro de 2014.
- ✓ TOLEDO, José C. de; BATALHA, Mário O.; AMARAL, Daniel, C. Qualidade na indústria agroalimentar: situação atual e perspectivas. **Revista de Administração de empresas**, São Paulo, v.40, n.2, p.90-101, 2000.
- ✓ UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ. Normas para elaboração de trabalhos acadêmicos. Instituto de ciências exatas e naturais, 2008, Belém. Disponível em [http://www.icen.ufpa.br/Normas\\_trabalhos.pdf](http://www.icen.ufpa.br/Normas_trabalhos.pdf). Acesso em 10 de Novembro de 2014.
- ✓ VIEIRA, Gabriela. Revista EXAME: Vendas no setor de cerveja devem crescer em 2014. 2014. Disponível em: <http://exame.abril.com.br/economia/noticias/vendas-no-setor-de-cerveja-devem-crescer-em-2014>. Acesso em 13 de Novembro 2014.
- ✓ WYLLER, Patrícia. **Influência da madeira de carvalho na qualidade da cerveja**. 2013, 92f. Dissertação (Mestrado em ciências) – Programa de pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Piracicaba.