



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA



Estágio Laboral

ESTUDO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO MOSTO E PRODUTO ACABADO DA CERVEJA 2M E SUA INFLUÊNCIA NA QUALIDADE DA CERVEJA



Autor: Lilandoma, Titos Albino

Maputo, Novembro de 2012



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA



Estágio Laboral

**ESTUDO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO MOSTO E
PRODUTO ACABADO DA CERVEJA 2M E A SUA INFLUÊNCIA NA
QUALIDADE DA CERVEJA**

Autor: Lilandoma, Titos Albino

Supervisora: Prof.^a Doutora Tatiana Kuleshova

Co-Supervisor: Eng.^o Marcelino Mahassa

Maputo, Novembro 2012

Dedicatória

Dedico este trabalho de tese à minha família, em especial aos meus pais Albino e Enelett pelo exemplo de dedicação e amor incondicional, me apoiando em todos momentos, principalmente nos mais difíceis à minha querida filha Enelett, aos meus irmãos João, Carlota, Leonardo e à minha mulher Madalena pela força e por fim a grande dedicação vai para o meu falecido avô Lilandoma que descanse em paz e Deus o tenha.

Agradecimento

Em primeiro lugar dou graças à Deus pela vida, bênção, saúde e por ser o grande responsável por tudo que alcancei.

À Prof. Doutora Tatiana Kuleshova, minha Supervisora pelo apoio, orientação e acompanhamento na realização do Estágio Laboral, na organização e na elaboração deste trabalho.

Ao eng^o. Marcelino Mahassa, da fábrica CDM, meu co-Supervisor pela confiança que depositou em mim, dando o privilégio de realizar as experiências na fábrica, pela supervisão, disponibilidade que dispensara para ajudar nas correções do trabalho

Ao professores do meu ramo de especialização (Química-Física) pelos conhecimentos que me transmitiram em especial o Prof. Doutor Carvalho Madivate, dr. Arão Manhique e dr. Pedro Massinga Júnior.

Aos meus colegas da Faculdade de Ciências da UEM Departamento de Química, Fijamo Lourenço, Condoeira Silva e todos os funcionários pelo convívio e amizade boa que me proporcionaram durante a minha carreira estudantil.

Aos meus colegas do ramo de especialização Ângela Zandamela, dr. Chitaca Fenias, dr. Chicumule Custódio, Jossias Bartolomeu, em especial ao Dias Teixeira para além de colega grande amigo meu soube dar - me força nos momentos maus e bons da minha vida estudantil.

Aos meus pais Enelett e Albino que desde cedo me ensinaram que estudar é o caminho, pela educação apoio moral e financeiro durante a minha formação.

À minha esposa Madalena pela paciência e pelo apoio moral que me proporcionou durante a minha formação.

Aos meus irmãos de igreja em especial irmão Dulcideo pelos conselhos que fui recebendo dele nos momentos difíceis da minha vida estudantil e pelo apoio financeiro.

À todos que directo ou indirectamente contribuíram para a minha formação, em especial a Tanucha minha ex-colega e amiga do nível médio que sempre procuro saber dos meus estudos embora distante.

Declaração sob Compromisso de honra

Eu Lilandoma Titos Albino, declaro por minha honra, que o presente trabalho é resultado de um Estágio Laboral na fábrica de cervejas – CDM, complementado com por uma investigação teórica e que os factos nele apresentados são da minha autoria.

Maputo, Novembro de 2012

O autor

(Lilandoma Titos Albino)

Resumo

O presente trabalho é o resultado de um Estágio Laboral num período de quatro meses, fortificado com experiência profissional na Fábrica de Cerveja de Moçambique CDM e a realização dos ensaios relacionados com o tema. O trabalho teve como objectivos estudar os parâmetros físico-químicos do Mosto e Produto Acabado da Cerveja 2M e sua influência na qualidade da Cerveja.

No Mosto foram feitas as seguintes análises: determinação de Extrato Original (OE), medição do pH, determinação do Extrato Limite (LE) e determinação da Intensidade da Cor.

No Produto Acabado foram feitas as seguintes análises: determinação de Extrato Original (OE), medição do pH, determinação do Extrato Real (LE) e determinação da Intensidade da Cor.

O presente trabalho foi complementado com 96 análises compreendendo a parte do Mosto com os respectivos fabricos e Produto Acabado nos seus tanques de conservação. É de salientar que a fábrica contém 8 tipos de marcas de Cervejas, mas o presente trabalho limitou – se em fazer um estudo na marca 2M. Para verificação da correlação foi feito um tratamento estatístico que consistiu em determinar coeficiente de correlação de Pearson (r) e analisar a significância do coeficiente com o teste de t de Student. Dos resultados obtidos do Mosto observou-se que para o parâmetro pH verificou-se uma boa correlação e significativa entre o Produto Acabado e Mosto, para o parâmetro OE observou-se uma correlação perfeita negativa e insignificante.

Usou-se também o Statistic graphic para o tratamento estatístico com o teste da ANOVA para análise da variação dos parâmetros (LE, pH e Intensidade da Cor) no Mosto para diferentes fabricos, onde constatou-se uma diferença significativa.

Índice

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO.....	1
1.1. História da Cerveja a Nível Mundial.....	1
1.2. História da Cerveja em Moçambique.....	2
1.3. Objectivos.....	3
1.3.1. Geral.....	3
1.4. Metodologia.....	4
1.5. Justificativa do Trabalho.....	5
CAPÍTULO II – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
2.1. Tipos de Cerveja.....	6
2.1.1. Ale.....	6
2.1.2. Lager.....	6
2.1.3. Lambic.....	6
2.2. Classificação das Cervejas.....	7
2.2.1. Quanto ao Extracto Primitivo.....	7
2.2.2. Quanto à Cor.....	7
2.2.3. Quanto ao Teor Alcoólico.....	7
2.2.4. Quanto à Proporção do Malte.....	8
2.2.5. Quanto à Fermentação.....	8
2.3. Matéria-Prima.....	8
2.3.1. Água.....	8
2.3.2. Malte de Cevada e seus Adjuntos.....	9
2.3.3. Lúpulo.....	11
2.3.4. Leveduras.....	13

2.4. Processamento de Produção de Cerveja	13
2.4.a. Preparação do Mosto	14
2.5.b. Fermentação	17
2.5.c. Processamento da Cerveja	19
2.6. Enchimento	21
2.7. Pasteurização	21
CAPÍTULO III – PARTE EXPERIMENTAL	22
3.1. Equipamentos, Material e Reagentes	22
3.2. Procedimento para a Produção do Mosto	23
3.3. Procedimento para a Produção do Produto Acabado.....	24
3.4. Análise de Extracto Original (OE) e Extracto Limite (LE) no Mosto.....	26
3.5. Determinação de RE e OE no Produto Acabado	27
3.6. Determinação da Intensidade da Cor (Mosto e Produto Acabado).....	28
3.7. Medição do pH.....	28
CAPITULO IV. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS, SUA ANALISE E DISCUSSÃO	29
4.1.Resultados das Análises dos Parâmetros físico-químicos feitas no Mosto em diferentes Fabricos	29
4.3. Verificação da correlação dos Parâmetros físico-químicos (OE e pH) entre o Mosto e Produto acabado.	37
4.4. Análise da Variação dos Parâmetros físico-químicos (LE, Cor e pH) do Mosto em diferentes fabricos e sua Influência na qualidade da Cerveja.....	39
4.5.Interpretação e Discussão dos Resultados	41
CAPÍTULO V. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	43
5.1. Conclusões	43
5.2. Recomendações	43
6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

Índice de Figuras

<i>Figura 1: Estrutura dos açúcares do malte</i>	10
<i>Figura 2: Planta do malte</i>	11
<i>Figura 3: Malte</i>	11
<i>Figura 4: Estrutura química do lúpulo</i>	12
<i>Figura 5: Esquema do processo de isomerização</i>	12
<i>Figura 6: Levedura</i>	13
<i>Figura 7: Moinho do malte</i>	14
<i>Figura 8: Esquema da reacção de conversão de glicose em etanol</i>	17
<i>Figura 9: Esquema do ciclo de Krebs</i>	18
<i>Figura 10: Esquema de Processo de Produção de Mosto</i>	24
<i>Figura 11; Esquema do Processo de Produção do Produto Acabado</i>	25
<i>Figura 12: Ilustração de um Agitador Orbital</i>	26
<i>Figura 13: Ilustração de um Beer Analyser</i>	27
<i>Figura 14: Ilustração de um pH meter</i>	28

Índice de Tabelas

<i>Tabela 1: Resultados de Extracto Original no Mosto em diferentes fabricos</i>	29
<i>Tabela 2: Resultados de Extrato Limite no Mosto em diferentes fabricos.....</i>	30
<i>Tabela 3: Resultados da intensidade da Cor no Mosto em diferentes fabricos.</i>	31
<i>Tabela 4: Resultados do pH no Mosto em diferentes fabricos.....</i>	32
<i>Tabela 5: Resultados do OE no Produto Acabado em diferentes BBTs:</i>	33
<i>Tabela 6: Resultados da Intensidade da Cor no Produto Acabado em diferentes BBTs.....</i>	34
<i>Tabela 7:Resultado de RE no Produto Acabado em diferentes BBTs.....</i>	35
<i>Tabela 8: Resultados de pH no Produto Acabado em diferentes BBTs</i>	36
<i>Tabela 9: Correlação para o Parâmetro pH entre o Mosto e Produto Acabado</i>	38
<i>Tabela 10: Correlação para o Parâmetro OE entre o Mosto e Produto Acabado.....</i>	38
<i>Tabela 11: Análise de ANOVA para o Parâmetro pH no Mosto em diferentes fabricos.....</i>	39
<i>Tabela 12: Análise de ANOVA para o Parâmetro LE no Mosto em diferentes fabricos.....</i>	40
<i>Tabela 13: Análise de ANOVA para o Parâmetro Intensidade da Cor no Mosto em diferentes fabricos</i>	40

Índice de Gráficos

<i>Gráfico 1: Variação de OE no Mosto em diferentes fabricos</i>	29
<i>Gráfico 2: Variação de LE no Mosto em diferentes fabricos</i>	30
<i>Gráfico 3: Variação da Intensidade da Cor no Mosto em diferentes fabricos</i>	31
<i>Gráfico 4: Variação de pH no Mosto em diferentes fabricos</i>	32
<i>Gráfico 5: Variação de OE no Produto Acabado em diferentes BBTs</i>	33
<i>Gráfico 6: Variação da Intensidade da Cor no Produto Acabado em diferentes BBTs</i>	34
<i>Gráfico 7: Variação de RE no Produto Acabado em diferentes BBTs</i>	35
<i>Gráfico 8: Variação de pH no Produto Acabado em diferentes BBTs</i>	36

Lista de Abreviaturas

ATP	Adenosina Trifosfato
ADP	Adenosina Difosfato
BBT	Tanques de Conservação da Cerveja para o Enchimento
CDM	Cerveja de Moçambique
2M	MAC MAHON
EBC	European Brewery Comission
FV	Tanques de fermentação da Cerveja
LE	Extracto Limite
NAD	Nicotinamida Adenina Dinucleotideo
OE	Extracto Original
Pi	Uma molécula de fósforo
RE	Extracto Real
RDF	Grau de fermentação
SV	Tanques de Maturação da Cerveja

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

A cerveja é uma bebida fermentada na base de cereais, e a sua fabricação consiste essencialmente em fermentar o suco açucarado extraído de cereais maltados e aromatizados pelo lúpulo (Briggs, 1990). Foi descoberta de forma empírica, quando uma massa de pão era deixada por um certo tempo, humedecia e fermentava, originando uma bebida que foi chamada de pão líquido. Com tempo, esta bebida foi melhorada e hoje em dia representa uma parte da economia mundial (Briggs, 1990). A cerveja é rica em nutrientes, sendo benéfico para saúde quando o seu consumo é feito moderadamente. Sendo Moçambique um país com clima tropical, o mercado da indústria de cerveja vem alcançando espaço, uma vez que o número da população consumidora de bebida vem aumentando.

1.1. História da Cerveja a Nível Mundial

Na idade média a elaboração de cerveja foi considerada como uma arte, cujos detalhes eram cuidadosamente conservados por mestres da cerveja. A origem das primeiras bebidas alcoólicas é incerta, mas segundo Hough (1990) provavelmente tenham sido feitas de cevada, tâmaras, uvas ou mel, sendo a cerveja uma bebida alcoólica mais antiga do mundo. Produzida há mais de 600 anos pelos sumérios, a história da cerveja literalmente começou como “pão líquido”, uma bebida distribuída aos trabalhadores a fim de fornecer uma saudável e nutritiva fonte de líquidos (Almeida, 2005). Primeiramente, o homem começou a cultivar cevada e outros grãos para fabricar cerveja e mais tarde após a descoberta da cerveja, o homem percebeu como usar leveduras cervejeiras e cevada (mais tarde o trigo) para fabricar pão, tornando-se o alimento principal das civilizações ocidentais (Almeida, 2005). No entanto, somente há cerca de 100 anos, a cerveja passou a ser estudada mais profundamente. Até hoje não foi possível detectar todas as reacções que ocorrem nesta bebida. Por isso, o estudo da arte da cerveja é, ainda hoje, baseado em conhecimentos teóricos e empíricos, acumulados ao longo dos séculos através das práticas contínuas (Zuppardo, 2010).

A primeira cerveja foi fabricada por volta de 5500 anos atrás pelos sumérios, um povo que vivia na Mesopotâmia (Médio Oriente), além dessa civilização, também os assírios e babilónios produziam cerveja, em suma os egípcios já fabricavam alguns tipos de cervejas. Recentemente, arqueólogos

britânicos descobriram uma fábrica de 3500 anos em Armana, uma cidade egípcia localizada nas margens do rio Nilo, a 322 km do sul do Cairo. Fazia a bebida misturando água, pão semi-cozido, malte de cevada e suco de tâmaras, posteriormente fermentada em fogo de madeira de acácia (Tschope 200).

Na antiguidade, o que caracterizava o processo de fabricação de cerveja era a experiência e a tradição. A partir do século XIX, o fabrico da cerveja é denominado pela ciência e pela técnica.

1.2. História da Cerveja em Moçambique

A produção da Cerveja Clara em Moçambique desenvolveu-se a partir da Indústria de Fabrico de Gelo que foi introduzida na então “Província Ultramar em Moçambique” em 1897. Antes de 1897, as pessoas bebiam a cerveja tradicional feita de soja, vários cereais e frutas. O nome desta bebida variava consoante a região do país: Mowa, Kambaga, Massesse, Chivemu, etc e outras bebidas alcoólicas como Tontonto que permanecem até hoje. Em 1915, o Italiano Guissepe, representante da “Fábrica de Gelo Yolanda” ganhou o direito exclusivo de produzir Cerveja Leve. Os ingredientes eram o malte e lúpulo. Em 1920, Filipe Dicca ganhou o direito de produzir Cerveja Clara durante 10 anos na então Cidade de Lourenço Marques.

Filipe Dicca foi considerado o pioneiro da *indústria de cerveja*, pois ele importou tecnologia de produção de cerveja usada na altura e técnicos experientes da Namíbia. Em 1935, O volume de produção foi de 500 000 litros (Anónimo, 2006).

Nos anos subsequentes, ocorreram uniões de produtores que resultaram na fundação da *Fábrica de Cervejas Reunidas de Moçambique (1957)*, *Fábrica de cervejas da Beira (1955)*, *Companhia de Cerveja e Refrigerantes Mac Machon (1959)*. Durante este período foram introduzidas bebidas doces tais como Coca-Cola, 7 UP, Citrinos e Cervejas tais como Pilmer, Impala, Laurentina, 2M etc. Após a independência nacional em 1975, todas Fábricas de bebidas foram nacionalizadas, passando a serem Empresas Estatais.

Em 1987, foi introduzido o programa de reabilitação económica que culminou com a privatização das Empresas Estatais em 1990 (Anónimo, 2006).

A Companhia sul-americana SABMiller comprou as acções das Fábricas de Cervejas da Beira e Fábrica de Cerveja Mac Mahon de Maputo, fundando mais tarde a “*Empresa Cervejas de Moçambique*” em 1 de Agosto de 1995. Desde então, esta empresa tem contribuído para o desenvolvido do mercado de bebidas e para emprego de cidadãos Moçambicanos. Em 2001 a CDM adquire a marca Laurentina e reestrutura o seu capital para operar num único lugar, nas instalações da Mac Mahon.

Em 2002 a CDM torna-se a primeira empresa a listar-se na Bolsa de Valores de Maputo. A Empresa Cervejas de Moçambique existe à dezasseis anos e opera através das fábricas de cervejas em Maputo, Beira e mais recentemente a fábrica de Nampula e distribui seus produtos por uma rede de depósitos e distribuidores independentes em todo o país (SABMiller, sem ano).

1.3. Objectivos

1.3.1. Geral

- ❖ Estudar os parâmetros físico-químicos do Mosto e Produto Acabado da Cerveja 2M e sua influência na qualidade da Cerveja.

1.3.2. Específicos

- ❖ Determinar OE, LE, pH, Intensidade da Cor e RE no Mosto e no Produto Acabado da cerveja 2M;
- ❖ Correlacionar os parâmetros físico-químicos OE e pH entre o Mosto e Produto Acabado;
- ❖ Analisar a variação dos parâmetros (LE, Intensidade da Cor e pH) no Mosto em diferentes fabricos e sua influência na qualidade da cerveja;
- ❖ Explicar as razões de desvios dos parâmetros físico-químicos analisados no Mosto e no Produto Acabado em comparação com as especificações da fábrica.

1.4. Metodologia

O presente trabalho foi realizado obedecendo a metodologia seguinte:

1) Revisão Bibliográfica

A revisão bibliográfica consistiu numa pesquisa de pressupostos teóricos, relacionados com o tema em estudo, usando literatura escrita, internet, trabalhos de licenciatura.

2) Método Experimental

O método experimental consistiu em:

- ❖ Preparação de reagentes;
- ❖ Calibração dos aparelhos de *pH meter* e *Beer Analyser*;
- ❖ Colheita de amostras do mosto e da cerveja acabada (2M) e
- ❖ Análise das amostras colhidas.

3) Apresentação dos Resultados, sua Análise e Discussão.

Feitas as experiências, com os resultados obtidos das análises, fez-se a interpretação dos mesmos, discussão e comparação com os parâmetros estabelecidos na CDM entre o mosto e a cerveja acabada (2M). Foi feito também tratamento estatístico dos resultados obtidos.

4) Elaboração do Relatório Final

O relatório final foi elaborado tendo em conta tudo que foi feito na revisão bibliográfica, parte experimental e análise e discussão dos resultados.

1.5. Justificativa do Trabalho

A origem das primeiras bebidas alcoólicas é incerta, mas provavelmente tenham sido feitas de cevada, tâmaras e uvas. Sendo a cerveja uma das bebidas mais antigas do mundo ela foi fabricada primeiramente pelos gauleses com malte, isto é, cevada germinada. A cerveja é mundialmente consumida por milhares de pessoas, ela possui um elevado valor nutritivo e é facilmente assimilado pelo organismo quando é consumido sem exagero é benéfico à saúde.

Com os avanços da ciência a produção da cerveja tomou um novo patamar. Métodos modernos, como o da pasteurização passam a ser utilizados de forma a incrementar a qualidade da cerveja produzida.

Durante o processo da produção de cerveja, destacam - se várias etapas com o objectivo de garantir a qualidade da cerveja acabada e a sua estabilidade coloidal. Destas etapas temos o tratamento do mosto que nos últimos dias na CDM verificou - se que alguns parâmetros físico-químicos relacionam-se bem com os seus padrões, mas outros apresentam desvios em comparação com valores padronizados afectando desta forma o produto acabado. Tais factores influência na escolha do tema.

CAPÍTULO II – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Tipos de Cerveja

Os tipos de cerveja são, em geral, divididos em três famílias denominadas Ales, Lagers e Lambic. A principal diferença entre elas é o tipo de fermentação empregada no processo.

2.1.1. Ale

São fermentadas com o fermento *Saccharomyces Cerevisiae*, a temperaturas mais altas que as Lagers. Essa temperatura, dependendo do tipo de cerveja, gira em torno de 20° C. Além disso, o fermento (levedura) tende a ficar em suspensão no tanque durante o processo de fermentação. Por esses motivos são consideradas cervejas de alta fermentação (Lefort, 1989).

2.1.2. Lager

São as chamadas cervejas de baixa fermentação. Fermentadas a temperaturas mais baixas que as Ales, em torno de 10° C, são produzidas com o fermento *Saccharomyces Carlsbergensis*. São isentas de frutas, com aromas e sabores de cereais (cevada e/ou trigo), pão e lúpulo. No caso das Lagers escuras, predomina o sabor de cereal torrado, parecido com o do café. Assim como acontece com as Ales, existem Lagers de baixo e alto teor alcoólico, assim como escuras e claras (Lefort, 1989).

2.1.3. Lambic

É a cerveja elaborada pelo método mais antigo de fermentação conhecido. Ela utiliza leveduras selvagens, ou seja, leveduras presentes no ambiente que não temos controle sobre suas linhagens. Estas leveduras, por serem dos mais variados tipos, produzem uma grande variedade de produtos aromáticos e deixam presentes na cerveja uma grande quantidade de açúcares não fermentados.

Como curiosidade, diz - se que os fabricantes tradicionais destas cervejas não gostam de tocar nem nos fungos ou teias de aranhas que se instalam em suas câmaras de fermentação, pois dizem mudar o gosto da cerveja final se mudarem o ambiente de fermentação. (Gump e Pruett, 1993).

2.2. Classificação das Cervejas

De acordo com Dennis 2004, as cervejas podem ser denominadas: Pilsen, Export, Lager Dortmunder, Munchen, Bock, Malzbier, Ale, Stout, Porter, Weissbier, Alt, de acordo com as características do produto original. As cervejas são classificadas:

2.2.1. Quanto ao Extracto Primitivo

- ❖ Cerveja leve;
- ❖ Cerveja extra;
- ❖ Cerveja comum;
- ❖ Cerveja forte.

2.2.2. Quanto à Cor

- ❖ **Cerveja clara**, a que tiver cor correspondente a menos de 20 unidades EBC;
- ❖ **Cerveja escura**, a que tiver cor correspondente a 20 ou mais unidades EBC.

2.2.3. Quanto ao Teor Alcoólico

- ❖ **Cerveja sem álcool**;
- ❖ **Cerveja com álcool**, quando o seu conteúdo em álcool é igual ou superior a 0,5% em volume, devendo obrigatoriamente constar no rótulo o percentual de álcool em volume, sendo:
 - a) **Cerveja de baixo teor alcoólico**: a que tiver mais de 0,5 até 2,0% de álcool;
 - b) **Cerveja de médio teor alcoólico**: a que tiver mais de 2 até 4,5% de álcool;
 - c) **Cerveja de alto teor alcoólico**: a que tiver mais de 4,5 a 7% de álcool.

2.2.4. Quanto à Proporção do Malte

- ❖ Cerveja puro malte;
- ❖ Cerveja com o nome do vegetal predominante.

2.2.5. Quanto à Fermentação

- ❖ De baixa fermentação;
- ❖ De alta fermentação (Dennis *et al.*, 2004).

2.3. Matéria-Prima

As matérias-primas essenciais para a fabricação de cerveja são: água, malte, complementos de malte, levedura e lúpulo. Outros componentes podem ser utilizados, de acordo com o tipo, a tradição ou a preferência local (Monteiro, 2001).

A qualidade da cerveja é influenciada por inúmeros factores entre os quais, a qualidade das matérias-primas. A escolha inadequada da matéria-prima poderá implicar em inúmeras complicações, tais como mosto turvo e dificuldades na clarificação e sacarificação, queda de rendimento na brassagem, problemas com paladar e espuma da cerveja, turbidez na cerveja e queda de rendimento nos ciclos de filtração (Monteiro, 2001).

2.3.1. Água

A água é um dos principais factores a ter em consideração na fabricação de cerveja, pois é a componente indispensável a todas reacções químicas e bioquímicas no processo de fermentação e fabricação da cerveja. É a principal matéria-prima em termos de quantidade, uma vez que 92 a 95 do peso da cerveja é constituído por água (Almeida,2005).

A qualidade da água é um factor importante a ser considerado. Por muito tempo sua composição foi muito valorizada. Actualmente, se for imprópria é possível se fazer correcções por meio de produtos químicos, sendo uma condição imprescindível de que seja potável (Almeida,2005)..

Outro requisito a ser considerado é o pH. Se for alcalina poderá dissolver grandes quantidades de matérias indesejáveis das cascas e do malte. A reacção ácida é necessária para obter a máxima actividade de enzimas amilolíticas e proteolíticas.

O carbonato de cálcio, na presença de fosfato diácido de potássio, reduz a acidez da água formando fosfatos monoácidos de cálcio e potássio, e gás carbónico. Com o pH alto, diminui a actividade enzimática, as amilases actuam menos e sobram mais dextrinas. Há menos protólise e maior extracção de cor e substâncias amargas (Dennis *et al.*, 2004).

No geral, pode-se caracterizar a água ideal para fabricação de cerveja o pH deve estar entre 6,5 e 7,0; menos de 100 mg/litro de carbonato de cálcio ou magnésio; traços de magnésio, de preferência na forma de sulfatos; de 250 a 500 mg/litro de sulfato de cálcio; de 200 a 300 mg/litro de cloreto de sódio; e menos de 1 mg/litro de ferro (Dennis *et al.*, 2004).

2.3.2. Malte de Cevada e seus Adjuntos

Os adjuntos na produção de cerveja podem ser definidos como qualquer fonte de carboidratos diferente do malte da cevada que contribui com açúcares para o mosto, inclusive o amido e açúcares fermentáveis da banana (Carvalho *et al.*, 2008).

O uso de adjuntos para suplementar o mosto constitui uma prática de redução de custos aplicada em várias cervejeiras. Os adjuntos substitutos do malte são: cevada, trigo, arroz, milho, sorgo, açúcar e outros xaropes (Reinold, 1997).

1) Cevada

Existem dois tipos principais de cevada: de duas e de seis fileiras. A cevada de duas fileiras (duas fileiras de grãos na mesma espiga) é a mais utilizada porque contém grãos maiores e mais uniformes. A cevada de duas fileiras subdivide-se em dois grupos principais: cevada de haste erecta (*Hordeum distichum erectum*) e cevada de haste curva (*Hordeum distichum nutans*) (Reinold, 1997).

A cevada é a matéria-prima principal para a fabricação da cerveja e tem uma característica que a coloca acima dos outros cereais na fabricação de cerveja: ela possui uma casca que é insolúvel. Essa casca protege o grão naturalmente das influências atmosféricas danosas e possibilita, posteriormente, a formação de uma camada filtrante durante a clarificação, que é a separação do mosto das matérias sólidas (bagaço) (Ehrhardt *et al.*, 1995).

2) Malte

O termo técnico malte define a matéria-prima resultante da germinação de qualquer cereal sob condições controladas. Quando não há denominação, subentende-se que é feito de cevada; em qualquer outro caso, acrescenta-se o nome do cereal. Assim, tem-se malte de milho, de trigo, de centeio, de aveia e de outros cereais (Aquarone *et al.*, 1983).

O malte é o principal fornecedor dos açúcares e outras substâncias necessárias para o processo de fermentação. A concentração dos malteoligossacarídeos influencia para o metabolismo das leveduras e conseqüentemente para algumas características físico-químicas da cerveja. A figura 1 ilustra os principais açúcares encontrados no malte.

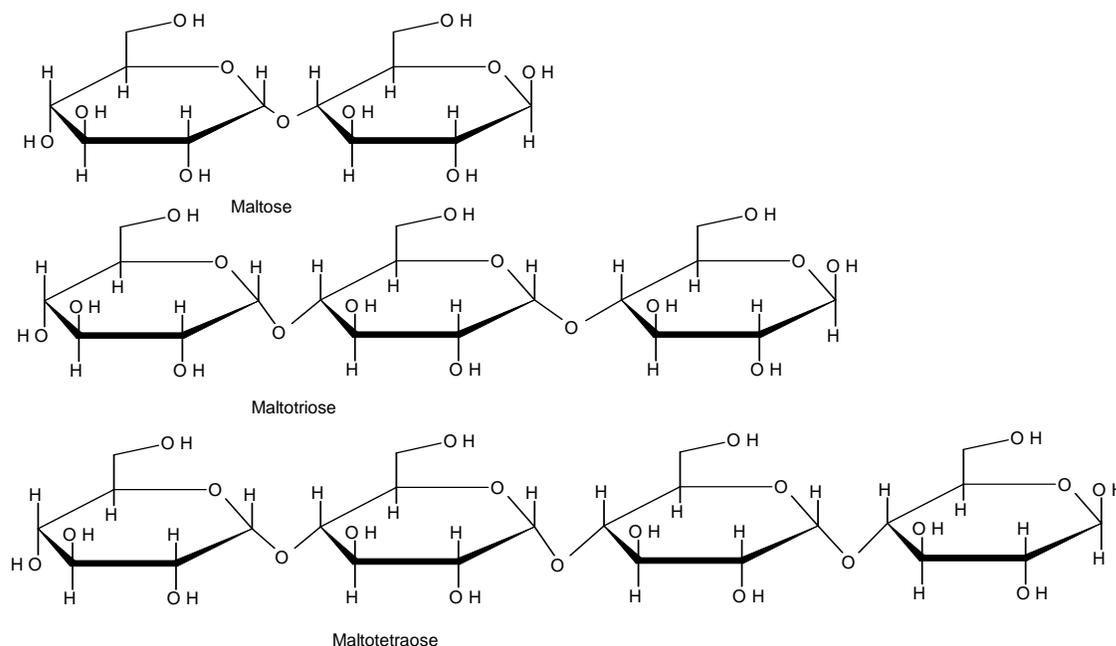


Figura 1: Estrutura dos açúcares do malte (Araujo, 2005)

Malteação é o processo de germinação forçada de um cereal, interrompida no ponto adequado por um processo de secagem, cujo objectivo principal é a activação de enzimas amilases.

De princípio, qualquer cereal pode ser maltado. A escolha, entretanto, leva em consideração, entre outros factores, o poder diastásico e o valor económico de cada cereal.

Entre os de maior poder diastásico encontra-se, pela ordem: cevada, centeio, trigo, aveia, milho e arroz. O valor económico é definido pelo tipo de uso; há cereais (figuras 2 e 3) utilizados em alimentação humana e animal (Aquarone *et al.*, 1983).



Figura 2: *Planta do malte*

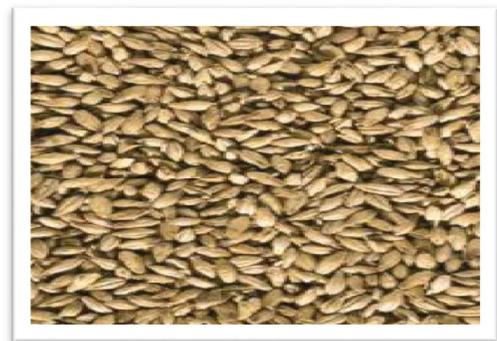


Figura 3: *Malte*

2.3.3. Lúpulo

O lúpulo é responsável pelo amargor, aroma da cerveja e actua como um conservante natural e auxilia na formação de espuma sendo parte essencial no impacto sensorial total do produto (Aquarone *et al.*, 1983). As substâncias responsáveis pelo sabor amargo são os ácidos do lúpulo, alfa-ácido (humulona) e beta-ácido (lupulona) as suas estruturas químicas estão representadas na figura 4.

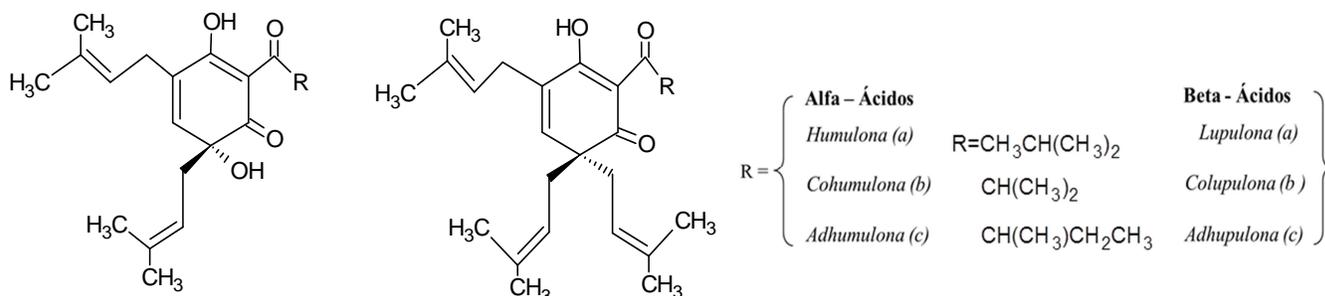


Figura 4: Estrutura química do lúpulo (ARAUJO, 2005)

Existem basicamente dois tipos de lúpulo: o aromático e o amargo. Os lúpulos aromáticos são caracterizados por terem teores ácidos alfa baixos, níveis mais altos de ácidos beta e um perfil de óleo associado a bom aroma. Esses lúpulos geralmente são usados como lúpulos de acabamento ou condicionadores e são adicionados ao mosto normalmente nos minutos finais da fervura. Lúpulos amargos possuem um nível bem mais elevado de ácidos alfa do que de ácidos beta. Este geralmente são utilizados no processo de fervura para extração do amargor (Reinold, 1997).

Geralmente, o lúpulo é adicionado durante a fervura do mosto, e por consequência disto ocorre a volatilização e oxidação de diversas substâncias que fazem parte da composição do lúpulo porém uma das reações importantes é a isomerização térmica dos alfa-ácidos (humulona), formando os iso-alfa-ácidos (isohumulonas). A isomerização pode ser favorecida pelo pH alto face a adição de cálcio e magnésio como mostra o esquema da figura 5. Os componentes dissolvem-se no mosto e doam o amargor e aroma característicos (Queiroz,2010).

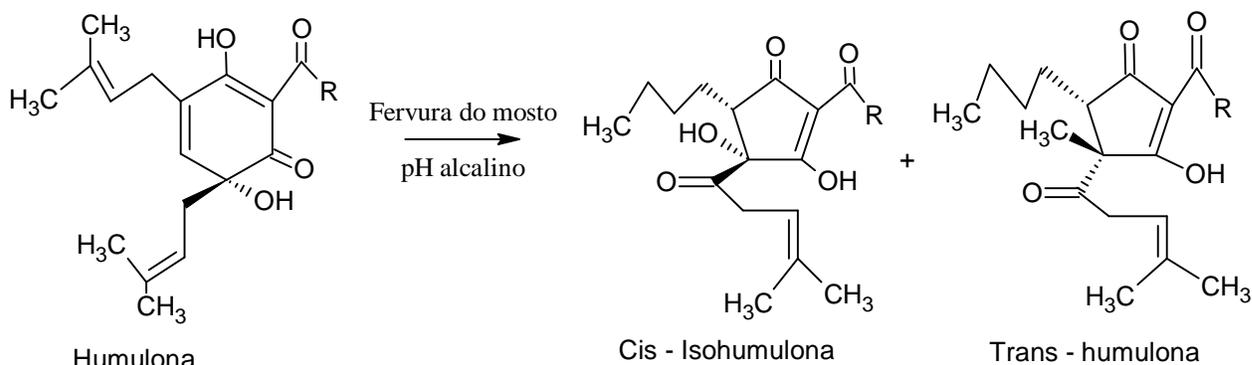


Figura 5: Esquema do processo de isomerização (Araujo, 2005)

2.3.4. Leveduras

As leveduras são fungos unicelulares facultativos, que produzem energia a partir de compostos orgânicos (açúcares), tanto em condições aeróbias, quanto em condições anaeróbias.

Pode-se dizer então, que o metabolismo da levedura tem duas vias distintas: a via aeróbia que ocorre na presença de oxigênio e ausência de glicose e a via anaeróbia que é a fermentação. O mosto na sua composição tem glicose, motivo pelo qual a via metabólica aeróbia não ocorre no mosto.

A principal via metabólica anaeróbia é a glicose. Os dois maiores grupos de leveduras para cultivo de cervejarias são: a levedura de baixa fermentação - *Saccharomyces uvarum* (5 - 15 °C) e a levedura de alta fermentação - *Saccharomyces cerevisiae* (12 - 21°C) (Reinold, 1997).

A fábrica 2M usa as leveduras da espécie *Saccharomyces Pastorianus* que também é uma espécie de levedura de baixa fermentação (figura 6)

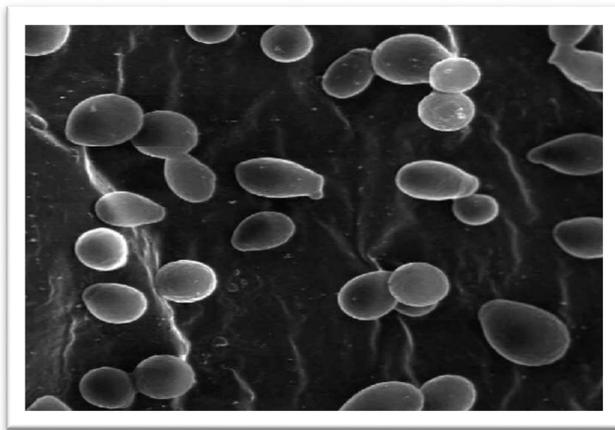


Figura 6: Levedura

2.4. Processamento de Produção de Cerveja

O processamento da cerveja pode ser dividido em três fases:

- a) Preparação do Mosto: Mosturação (empastagem), Filtração do Mosto, Fervura do Mosto, Clarificação e Resfriamento do Mosto.

- b) Fermentação.
- c) Processamento da Cerveja: Maturação, Filtração e Carbonatação.

2.4.a. Preparação do Mosto

1) Mosturação ou Empastagem

Antes da empastagem, os maltes são moídos visando, exactamente, expor o conteúdo do grão de modo que, em contacto com a água, haja uma absorção rápida de humidade, possibilitando, assim, a acção enzimática que transforma o amido em açúcares, formando o mosto (água com os açúcares). Como há necessidade de utilizar as cascas do malte para filtrar o mosto, o malte é esmagado (não triturado) entre rolos cilíndricos(figura 7) (Dennis et al., 2004).

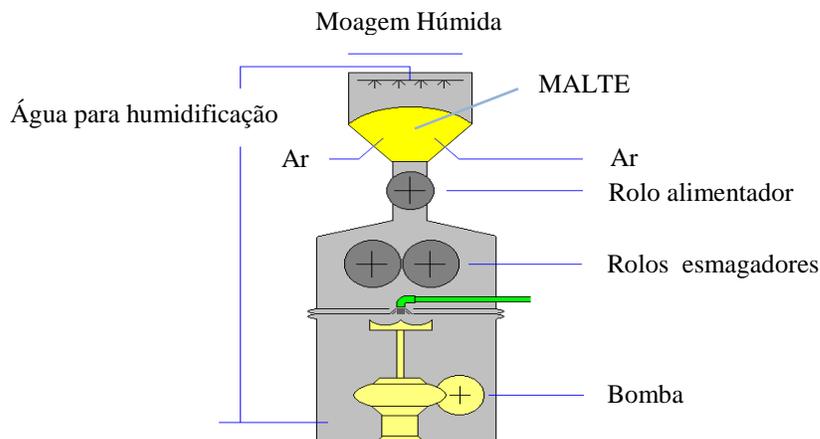


Figura 7: Moinho do malte

À medida que o malte é moído, vai sendo enviado para um recipiente denominado tina ou caldeira de mosturação ou empastagem. Aqui, em contacto com a água, processa-se a dissolução de grande número de substâncias. Entre outras, contam-se algumas obtidas pelas transformações inerentes à malteação como os açúcares, proteínas de médio e baixo peso molecular, aminoácidos, produtos de degradação da

hemicelulose, etc. Também se dissolvem sais minerais, polifenóis (substâncias estas extraídas das cascas), etc.

À determinadas temperaturas e pH dá-se condições às enzimas do malte para efectuar as transformações iniciadas durante o processo de maltagem, já que cada enzima tem um desempenho óptimo a uma determinada temperatura e um determinado pH.

A temperatura óptima da α -amilase está entre 60°C e 75°C, e o seu pH óptimo esta entre 5,6 e 5,8. A temperatura óptima da β -amilase está entre 40°C e 65°C, e o seu pH óptimo é 5,5 (Dennis *et al.*, 1983)

As proteínas neutras de alto peso molecular são necessárias para proporcionar boa qualidade e estabilidade à espuma da cerveja. Além disso, deve haver um equilíbrio correcto entre proteínas e aminoácidos no mosto para que se consigam nutrientes para a levedura e estabilidade da cerveja. Aos açúcares, proteínas, sais minerais contidos no mosto, chamamos extracto.

Como o mosto está misturado com as cascas do malte (bagaço), é preciso proceder à sua separação. Esta operação é designada por filtração do mosto (Lefort, 1986).

2) Filtração do Mosto

Após o preparo do mosto, este é resfriado de 80-100°C até cerca de 75-78°C em um trocador de calor, e então é filtrado para remoção do resíduo dos grãos de malte e adjunto.

Esta filtração é realizada por meio de peneiras que utilizam como elementos filtrantes as próprias cascas do malte presentes no mosto, e a parte sólida retida é denominada bagaço de malte ou dreche (Dos Santos *et. al.*, 2005).

3) Fervura do Mosto

O mosto é então aquecido na caldeira de ebulicao à uma temperatura de 100°C por um período de 60 a 90 minutos, para que se obtenha a sua estabilização. Esse processo inactiva as enzimas, coagula e precipita as proteínas, concentra e esteriliza o mosto.

É nesta fase que se adicionam os aditivos que proporcionam características organolépticas típicas de cada tipo e marca de cerveja, como o lúpulo, caramelo, açúcar, mel, extratos vegetais, etc (Dos Santos *et. al.*, 2005).

4) Clarificação

A presença de partículas no mosto, oriundas de proteínas coaguladas, resíduos remanescentes de bagaço ou de outras fontes, pode comprometer a qualidade da fermentação, dando origem a ésteres, álcoois de maior cadeia molecular ou outras substâncias indesejáveis.

Desta forma, embora o teor de partículas seja função do tipo de cerveja sendo produzida, torna-se imprescindível efectuar a clarificação do mosto antes da fermentação.

A forma mais difundida de realizar a clarificação é submeter o mosto a um processo de decantação hidrodinâmica, realizado em um equipamento denominado *whirlpool*, o qual consiste de um tanque circular onde o mosto entra tangencialmente em alta velocidade, separando as proteínas e outras partículas por efeito centrífugo. O resíduo sólido retirado nesta etapa do processo é denominado *trub grosso* (Dos Santos *et. al.*, 2005).

5) Resfriamento do mosto

Após ser clarificado, o mosto é resfriado em um trocador de calor até uma temperatura entre 6 e 12°C, dependendo do tipo de levedura a ser utilizado para a fermentação, e então é aerado (oxigenado) com ar estéril (Dos Santos *et. al.*, 2005).

A levedura precisa de oxigénio para multiplicar - se e iniciar com seu trabalho, que é consumir os açúcares presentes no mosto. Mas visto que durante a fervura o oxigénio do mosto se perdeu, é necessário reintroduzir oxigénio.

Quando o oxigénio está disponível, o metabolismo da levedura direcciona para a respiração, rendendo teoricamente 38 moles de ATP para cada mole de glicose, desta forma, maior velocidade de

crescimento, maior produção de biomassa, e a síntese de materiais de reserva. Desta forma, a aeração é usada quando uma quantidade maior de biomassa é requerida (Henick-Kling, 1988).

2.5.b. Fermentação

Após as operações de resfriamento e aeração, procede-se com introdução de levedura no mosto.

De forma global, pode-se representar a fermentação alcoólica pela equação de Gay-Lussac, na qual se observa que 1 mole de glicose produz 2 moles de Etanol e 2 moles de dióxido de carbono (CO₂) e 57 KJ de energia (figura 8)(Lehninger *et al.*, 1995; Kolb, 2002).

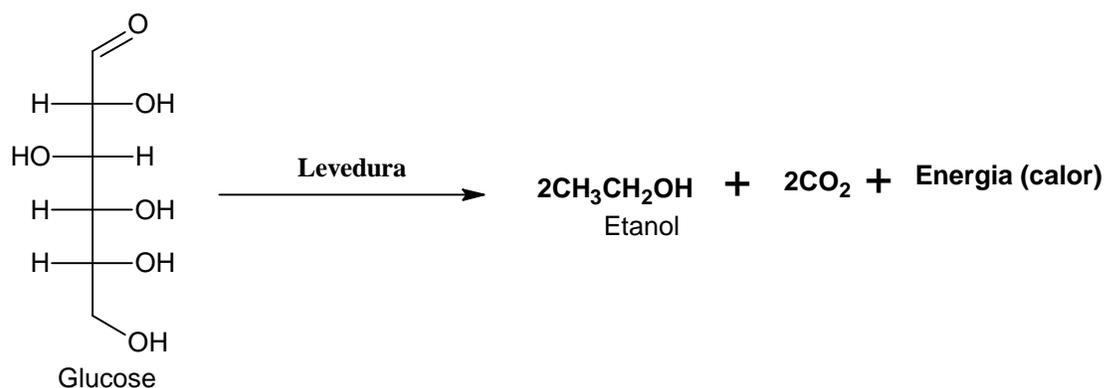


Figura 8: Esquema da reacção de conversão de glicose em etanol

Entende-se por fermentação o processo de metabolismo anaeróbico de produção de energia em que os microrganismos oxidam parcialmente o extracto, actuando sobre um ou mais componentes, gerando produtos modificados de modo a obter características desejáveis.

Nos processos fermentativos, as células vivas agregam os sistemas enzimáticos, o seu funcionamento depende de uma série complexa de reacções. A integração altamente coordenada dessas reacções determina as vias metabólicas de extracto pelo microrganismo.

A fermentação alcoólica tem o seu início devido á intervenção das leveduras que usam o açúcar do mosto para o seu crescimento e multiplicação, dando como resultado a formação do álcool e anidrido carbónico.

Enquanto existir oxigênio no mosto, a levedura cresce e multiplica - se. Quando acaba começa a produção de álcool e CO₂ (Aquirone *et al.*1983). A figura 9 mostra o processo químico que ocorre durante a fermentação.

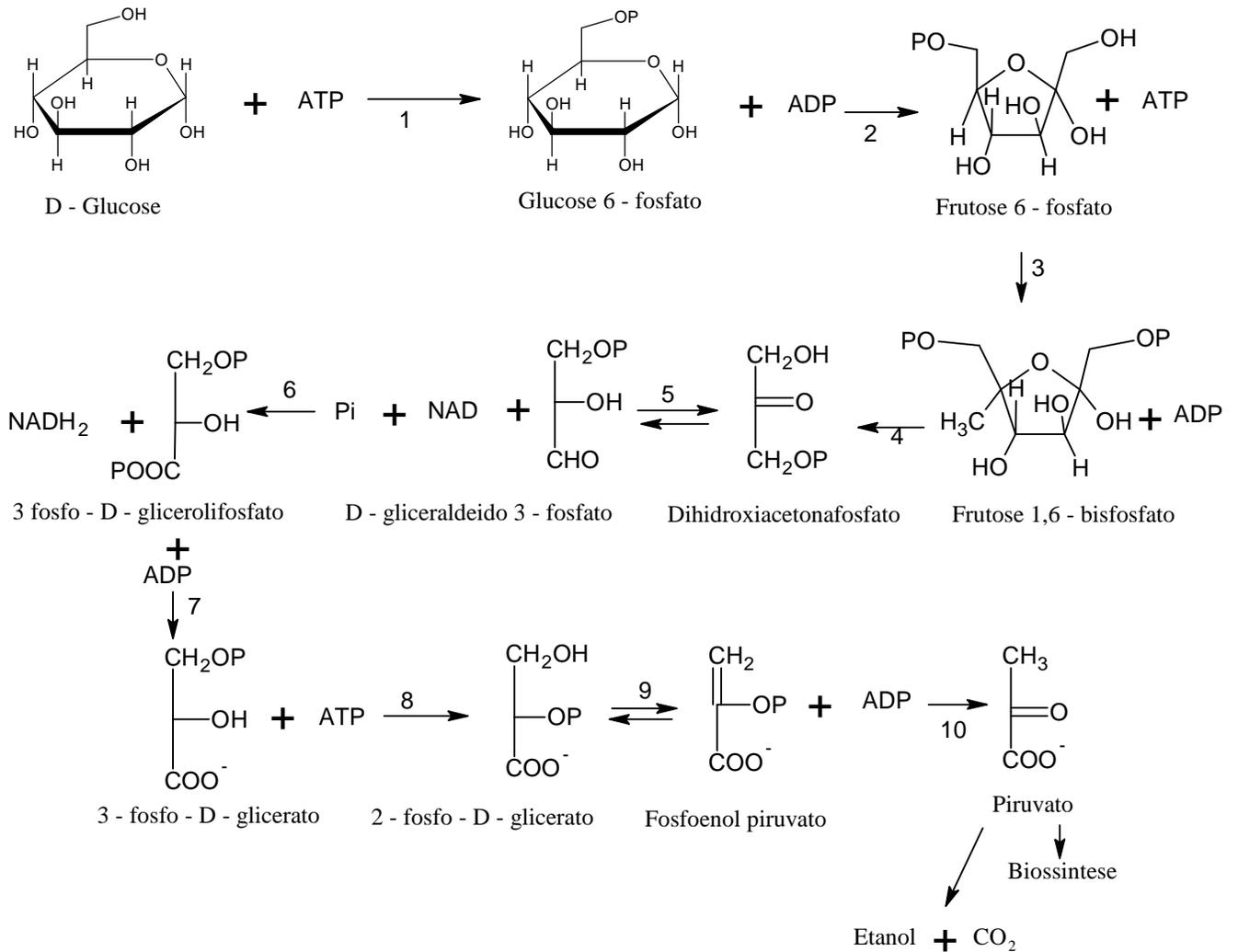


Figura 9: Esquema do ciclo de Krebs

2.5.c. Processamento da Cerveja

Após a fermentação obtém-se o mosto fermentado, chamado também de cerveja verde, que já possui diversas características da cerveja a ser produzida. No entanto antes de proceder com envase do produto certas providências são necessárias, de modo a gaseificar a bebida, garantir a sua qualidade e fornecer características organolépticas adicionais (Dos Santos *et. al.*, 2005).

1) Maturação

No final da fermentação existe uma grande quantidade de microrganismos e substâncias indesejáveis misturados com cerveja. De modo a separá-los, promove-se a maturação, etapa que consiste em deixar a cerveja em descanso nos tanques da guarda á uma temperatura de zero graus (ou menos), durante um período de 15 a 60 dias.

Além de promover a separação da levedura da cerveja, esta etapa permite a ocorrência de algumas reacções químicas que auxiliam no processo de estabilização do produto final, quanto á características relacionadas com o paladar e saturação com CO₂ (Dos Santos *et. al.*, 2005).

Segundo Madrid (1995) a cerveja verde oriunda do fermentador ainda tem sabor desagradável por falta de maturação, e ainda contém açúcares que fermentam durante o período de maturação ou armazenamento a frio. Assim a maturação tem como objectivo:

- ❖ Iniciar a clarificação da cerveja mediante a remoção por sedimentação das leveduras de material amorfo e de componentes que causam turbidez a frio na bebida;
- ❖ Saturar a cerveja com o propósito de melhorar o odor e sabor da bebida através da redução da concentração de diacetil, acetaldeido e ácido sulfídrico, bem como aumento do teor dos esteres;
- ❖ Manter a cerveja no estado reduzido evitando oxidações que possam comprometer a qualidade da cerveja.

Netas fase para além de promover separações das leveduras da cerveja há ocorrência de algumas reacções químicas que auxiliam no processo de estabilização do produto final relacionado com paladar e saturação de CO₂.

2) Filtração

Na cervejeira o processo de filtração é tida como finalização do processo de produção de cerveja, que tem como objectivo eliminar as partículas em suspensão como a levedura, partículas coloidais, resíduos do lúpulo, ou seja, eliminar todo o material causador da turvação.

O processo de eliminação dessas partículas ocorre mediante a passagem da cerveja maturada por meio filtrante sem que haja alteração da qualidade do produto final (Habert et al 2005).

Actualmente existem várias técnicas para filtração da cerveja maturada nas indústrias cervejeiras, podendo-se citar o uso de centrífuga, filtração primária (utilização de terras diatomacea), filtração de segurança, filtração microbiológica. A escolha do tipo de filtração depende do estágio de tratamento e da quantidade das partículas presentes na cerveja maturada.

3) Carbonatação

O teor de CO₂ existente na cerveja no final do processo não é suficiente para atender as necessidades do produto. Desta forma, realiza-se uma etapa de carbonatação da mesma, por meio da injeção do gás carbónico gerado na etapa de fermentação.

Além disso, eventualmente é injectado gás nitrogénio, com o intuito de favorecer características de formação de espuma. Após a carbonatação, a cerveja pronta é enviada para dornas específicas, denominadas “adegas de pressão” – recipientes onde a bebida é mantida sob condições controladas de pressão e temperatura, de modo a garantir o sabor e o teor de CO₂ até o envase (Dos Santos *et. al.*, 2005).

2.6. Enchimento

Após a filtração, a cerveja é transferida para um BBT onde ela é saturada com CO₂ e O₂ dentro das especificações tornando - a pronta para passar a uma enchedora.

Enchimento é uma fase final do processo de produção de cerveja numa fábrica de cerveja e pode ser efectuado em garrafas, latas e barris é de salientar que a cerveja com a mesma qualidade e marca pode ser enchida nas latas, garrafas e barris. Existem 4 linhas de enchimento na CDM nomeadamente:

- ❖ Linha 1: Enchimento de Garrafas de 340 ml;
- ❖ Linha 2: Enchimento de Latas de 330 ml e 440 ml;
- ❖ Linha 3: Enchimento de Garrafas de 550 ml e
- ❖ Linha 4: Enchimento de Barris de 30 litros e 50 litros.

O enchimento de cerveja em sua embalagem tem o papel de evitar a incorporação do ar e perda do CO₂ de modo que o tempo de vida estipulado do produto final não seja reduzido.

2.7. Pasteurização

No entanto após o enchimento é necessário proceder com a estabilização biológica da cerveja, este processo é efectuado mediante a uma submissão do produto enchido numa pasteurização.

Por sua vez ela pode ser esterilizada por pasteurização ou ultra filtração. A pasteurização é realizada em túneis onde a temperatura é elevada até cerca de 60°C e mantém-se por período necessário para garantir a destruição dos microrganismos, sendo em seguida resfriada (DENNIS *et al.*, 2004).

CAPÍTULO III – PARTE EXPERIMENTAL

Esta etapa foi caracterizada pela recolha das amostras, preparação das mesmas, calibração dos aparelhos, leitura das amostras nos respectivos aparelhos, compilação dos dados obtidos.

3.1. Equipamentos, Material e Reagentes

a) Equipamentos e Materiais

Silos,	Provetas de 500 ml;	Pipeta graduada de 50 ml e 10 ml
Balança Técnica com min de 40kg e Max de 60kg	pH meter – Thermo	Labcon – agitador orbital
Moinho (HupP Mann Millsta system Lenz)	Vareta	Erlenmeyer graduado de 100 ml
Caldeira de ebulição	Agitador magnético	Caldeira de centrifugo e decantação
Caldeira de filtração	DU 800	Tanque de espera (Tampão)
BMT (absack – doscer Unlagentechnik)	Espectrofotómetro UV/VIS	Provetas graduadas de 500 ml
Permutador de calor	Alcolyzer Plus - Beer Analyzer (ANTON PEAR)	Caldeira de empastagem

b) Reagentes

H ₃ PO ₄ (l) 80%	Fermavite	Malte preto
CaSO ₄ (s)	Boortmalte	Açúcar
H ₂ O	Lupulo (Magnum)	Cevada

3.2. Procedimento para a Produção do Mosto

O processo de produção do mosto da cerveja 2M começa nos silos com escolha dos maltes específicos e obedece a sequencia seguinte:

- 1) Em uma balança técnica pesou-se 7400 kg de *boortmalt*, 50 kg de malte preto e 40kg de cevada, introduziram-se no moinho e adicionou-se depois 256 hl de água quente de modo a facilitar o processo de empastagem;
- 2) Transferiu-se a mistura para a caldeira de empastagem onde é empastada e sacarificada (com ajuda de um copo de 250mL retira-se aproximadamente 200mL da amostra para a medição do pH e verificação da sacarificação com o teste de iodo. Em casos de desvio de pH, este era corrigido adicionando - se uma certa quantidade de ácido fosfórico);
- 3) Após a empastagem, transferiu-se a pasta formada para a caldeira de filtração (cuba-filtro), retirou-se cerca de 200mL de amostra e com a ajuda de um sacarómetro (densímetro) determinou-se a densidade. Na caldeira, o mosto (parte líquida) foi separado do bagaço (parte sólida) e este último foi depois submetido a um volume de 280 hl de água de modo a extrair os resíduos de extracto remanescente;
- 4) O filtrado (mosto) foi recolhido no tanque de espera (tampão) e o bagaço descartado;
- 5) Do tampão, o mosto foi transferido para a caldeira de ebulição, passando previamente por um permutador de calor de modo a elevar a sua temperatura;
- 6) Na caldeira de ebulição o mosto cozeu a 100°C e foi misturado com 4000kg de açúcar dissolvido em 20 hl de água, 10kg de sulfato de cálcio, 5 litros de ácido fosfórico e 26.30kg de lúpulo (*magnum*). Desta mistura retirou-se uma pequena quantidade para a análise do pH e medição da densidade. Do mesmo modo que no ponto 2), em caso de desvio de pH foi adicionado o ácido fosfórico para a sua correcção;
- 7) De seguida a mistura foi transferida para a caldeira de centrifugação e decantação (*whirlpool*) e adicionou-se 2.4kg de fermavite. Depois o mosto centrifugado, decantado, arrefecido até aproximadamente 11°C através de um permutador de calor posteriormente enviado para as cubas ou tanques de fermentação (FV), onde depois foi injectado oxigénio e posteriormente adicionado cerca de 1kg de levedura por cada 1 hl do mosto (Antes da adição da levedura, retirou-se cerca de 500ml do mosto para a análise). O procedimento é esquematizado na figura 10.

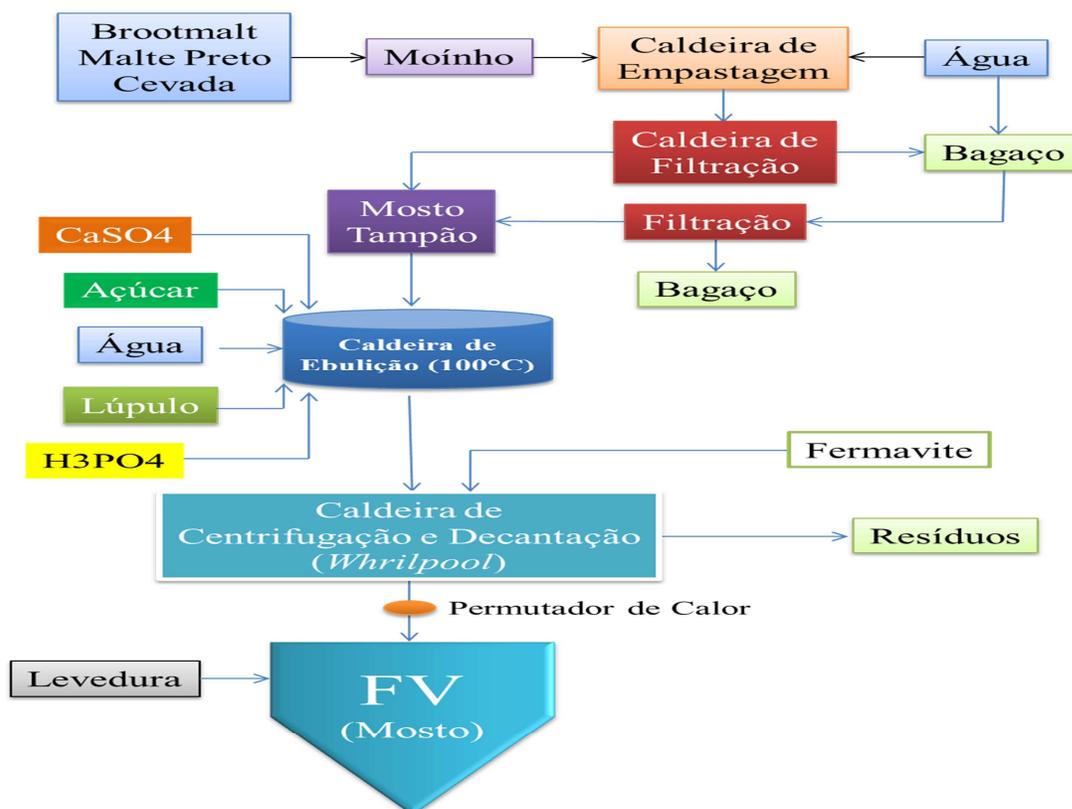


Figura 10: Esquema de Processo de Produção de Mosto

3.3. Procedimento para a Produção do Produto Acabado

Após a fermentação nos tanques de FVs, a cerveja fermentada foi transvasada para o tanque de maturação através de um tubo que comunica os tanques de FV e SV sendo este transportado por meio de uma bomba. A cerveja fermentada ao sair do FV foi arrefecida até 0°C por um permutador de calor e de seguida foi doseada com 46 kg de celite (terra diatomite) e foi arrefecida novamente até 0°C de modo a garantir a sua estabilidade físico-química.

Tendo chegado no tanque de SV, aqui a cerveja semi acabada ficou 15 dias de repouso.

Depois dos 15 dias de repouso a cerveja foi transferida para um tanque da filtração através de um tubo que comunica – se com o tanque de SV e o tanque da filtração. Após o enchimento da cerveja transferida para tanque da filtração, de seguida a cerveja foi transferida do tanque para o filtro através de um tubo comunicante, é de salientar que durante o transporte da cerveja do tanque da filtração para o filtro passar foi doseada o adsorvente celite (terra diatomite) através de uma panela denominada panela de celite, chegado no filtro ocorreu o processo de filtração da cerveja.

Depois do filtro, ocorreu o processo de transferência da cerveja do filtro para o BBT, no decorrer da transferência à cerveja foi doseada o CO₂ e água carbonatada. Uma vez que a cerveja ao sair do filtro para o BBT é doseado pouco CO₂ em comparação com as especificações da fábrica no BBT, a cerveja no BBT foi doseado novamente o CO₂ até ao valor recomendado pela fábrica e deixou-se a cerveja em repouso no BBT durante 24 horas. De seguida a cerveja foi transportada para enchedora através de tubos comunicantes e com uma contra-pressão feita com CO₂. Na enchedora à cerveja foi enchida nas garrafas e capsuladas, foram pasteurizadas e tiradas para análise (figura 11).

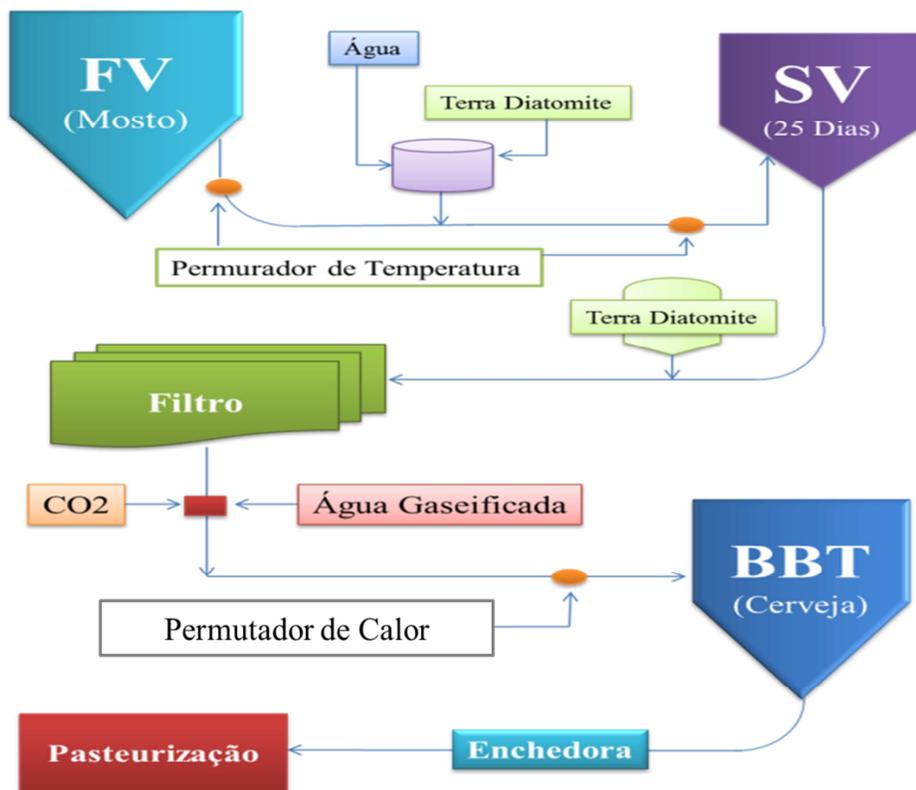


Figura 11; Esquema do Processo de Produção do Produto Acabado

3.4. Análise de Extracto Original (OE) e Extracto Limite (LE) no Mosto

a) Preparação da Amostra (Mosto e FV)

As amostras colhidas nos pontos 2) e 7) foram clarificadas por filtração com ajuda de um papel de filtro contendo 1g de pó filtrante (*kiesselguhr*) em contraparte, filtrou-se a levedura com ajuda de um funil de Buchner e um papel de filtro Whatman nº1, por aproximadamente 20 minutos.

b) Procedimento

1. Com ajuda de uma proveta mediu-se 175ml da amostra (guardou-se cerca de 30ml para a determinação da cor) e transferiu-se para uma garrafa LE;
2. Pesou-se 7,5g de levedura e colocou-se juntamente com um berlinde na garrafa LE e fechou-se devidamente a garrafa;
3. Levou-se esta mistura para o processo de agitação em um agitador orbital otimizado a uma velocidade de 200 rpm durante 24 horas (figura 12);
4. Decorrido este tempo, retirou-se a amostra do agitador e novamente clarificou-se por filtração com 1g de *Kiesselguhr*;
5. Colocou-se 20ml do filtrado em uma cuvete e com ajuda de um densímetro ou *Beer Analyser* (Figura 13) leu-se os valores de OE e LE.



Figura 12: Ilustração de um Agitador Orbital



Figura 13: Ilustração de um Beer Analyser

3.5. Determinação do RE e OE no Produto Acabado

1. Retirou-se a amostra à saída da enchedora e pasteurizada (cerveja engarrafada e capsulada) e transferiu-se para um erlenmeyer;
2. Descarboxinou-se através de uma agitação vigorosa e filtrou-se com ajuda de um papel de filtro;
3. Transferiu-se cerca de 20ml do filtrado para uma cuvete (guardou-se cerca de 30ml para a determinação da cor) e levou-se ao *Beer Analyser*, onde se leu os valores de RE, OE (figura 12).

3.6. Determinação da Intensidade da Cor (Mosto e Produto Acabado)

A Cor foi determinada através duma leitura efectuada no espectrofotómetro para cada amostra a um comprimento de onda de 430 nm, contra o branco de água destilada e uma referência, tomando-se para tal, cerc de 1ml das amostras guardadas nos pontos 1 e 3 das Análises de OE e LE no Mosto e Determinação do RE e OE no Produto Acabado respectivamente.

3.7. Medição do pH

1. Para medição do pH transferiu-se para uma cuvete cerca de 20ml das amostras guardadas nos pontos 1 e 3 das Análise de OE e LE no Mosto e Determinação do RE e OE no Produto Acabado respectivamente;
2. Introduziu-se o eléctrodo do pH meter (figura 14) dentro da cuvete e fez-se a leitura de pH.

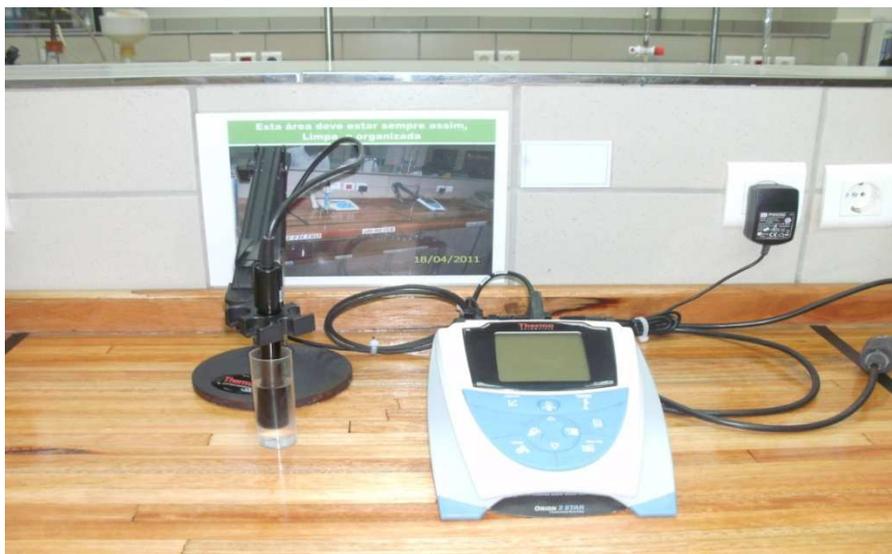


Figura 14: Ilustração de um pH meter

CAPITULO IV. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS, SUA ANÁLISE E DISCUSSÃO

A apresentação dos resultados foi feita nas tabelas (1-8) e gráficos (1-8), cada tabela possui resultados de um parâmetro analisado em 4 amostra e para cada amostra são apresentados os valores das respectivas réplicas, média, desvio, percentagem dos desvios e intervalo de confiança, todos este tratamento estatístico foi feito com base no t_{tab} de 4,30 e $n = 3$. Porém, esta parte está dividida em resultados dos parâmetros físico-químicos do Produto acabado em diferentes BBT e do Mosto em diferentes fabricos.

4.1. Resultados das Análises dos Parâmetros físico-químicos feitas no Mosto em diferentes Fabricos

Tabela 1: Resultados de Extracto Original Mosto em diferentes fabricos

Fabricos (Amostras)	OE (°P) (Réplicas)			\bar{x}	s	%RSD	$\bar{x} \pm \frac{t_{tab} \times s}{\sqrt{n}}$
Fabrico 1	15,35	15,42	15,39	15,39	0,035	0,27	15,39 ± 0,10
Fabrico 2	15,25	15,10	15,15	15,17	0,076	0,500	15,17 ± 0,18
Fabrico 3	15,30	15,15	15,10	15,18	0,10	0,658	15,18 ± 0,248
Fabrico 4	15,20	15,45	15,43	15,36	0,138	0,898	15,36 ± 0,342

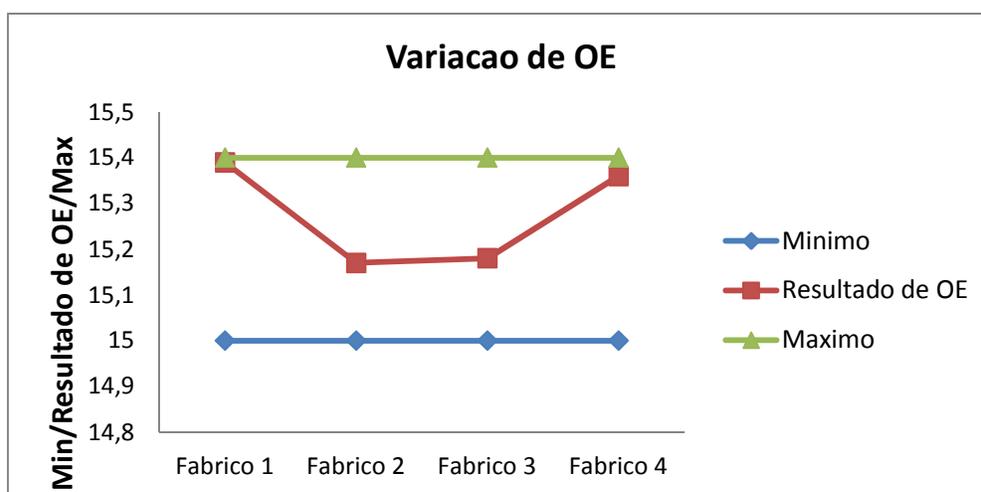


Gráfico 1: Variação de OE no Mosto em diferentes fabricos.

Com os resultados apresentados na tabela 1 e representados no gráfico 1 observou-se que todos os fabricos não apresentaram desvios nas especificações recomendados pela fábrica.

Tabela 2: Resultados de Extrato Limite no Mosto em diferentes fabricos

Fabricos (Amostras)	LE (°P) (Réplicas)			\bar{x}	s	%RSD	$\bar{x} \pm \frac{t_{tab} \times s}{\sqrt{n}}$
Fabrico 1	0,33	0,36	0,40	0,36	0,04	11,11	0,36 ± 0,10
Fabrico 2	0,30	0,48	0,39	0,39	0,08	20,51	0,39 ± 0,20
Fabrico 3	0,45	0,42	0,37	0,41	0,05	1,21	0,41 ± 0,12
Fabrico 4	0,67	0,63	0,62	0,64	0,03	4,69	0,64 ± 0,07

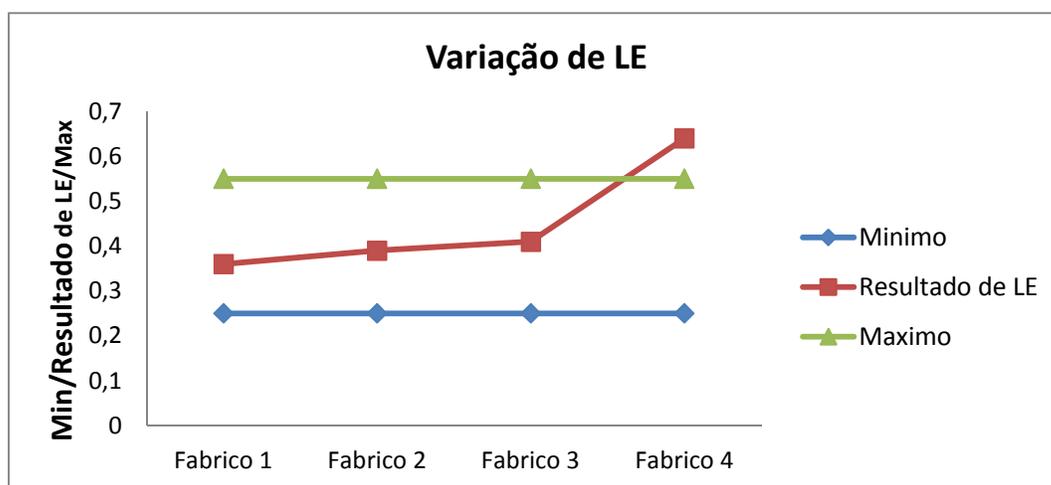


Gráfico 2: Variação de LE no Mosto em diferentes fabricos

Com base na demonstração dos resultados no gráfico 2 e na tabela 2 podemos notar que para o parâmetro LE no Mosto apenas o fabrico 4 estivera fora das especificações recomendadas pela fábrica 2M.

Tabela 3: Resultados da intensidade da Cor no Mosto em diferentes fabricos.

Fabricos (Amostras)	Intensidade da Cor (EBC) (Réplicas)			\bar{x}	s	%RSD	$\bar{x} \pm \frac{t_{tab} \times s}{\sqrt{n}}$
Fabrico 1	11,5	11,20	11,8	11,5	0,30	2,61	11,5 ± 0,74
Fabrico 2	13,20	13,50	15	13,9	0,96	6,91	13,9 ± 1,73
Fabrico 3	14,90	14,50	12,90	14,1	1,06	7,52	14,1 ± 2,63
Fabrico 4	13,8	12,8	12,90	13,17	0,55	4,19	13,17 ± 1,37

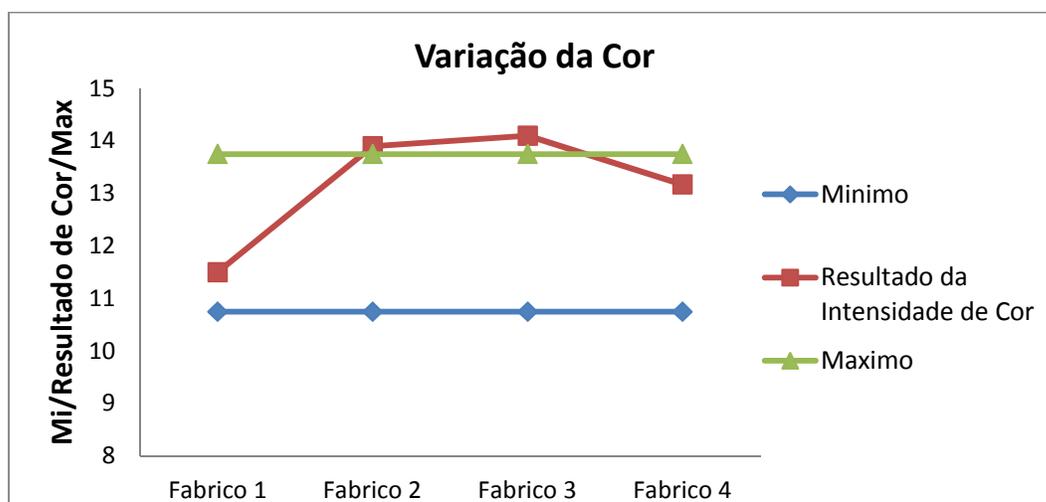


Gráfico 3: Variação da Intensidade da Cor no Mosto em diferentes fabricos

Com base nos resultados ilustrado pelo gráfico 3 e na tabela 3, podemos notar que para o parâmetro Intensidade da cor no Mostos apenas os fabrico 1 e 4 estiveram dentro das especificações recomendadas pela fábrica 2M e os fabricos 2 e 3 estiveram fora.

Tabela 4: Resultados do pH no Mosto em diferentes fabricos

Fabricos (Amostras)	pH (Réplicas)			\bar{x}	s	%RSD	$\bar{x} \pm \frac{t_{tab} \times s}{\sqrt{n}}$
Fabrico 1	5,14	5,24	5,30	5,23	0,08	1,54	5,23 ± 0,20
Fabrico 2	5,30	5,48	5,46	5,41	0,10	1,83	5,41 ± 0,25
Fabrico 3	5,41	5,38	5,33	5,37	0,04	0,74	5,37 ± 0,10
Fabrico 4	5,31	5,29	5,30	5,30	0,01	0,19	5,30 ± 0,02

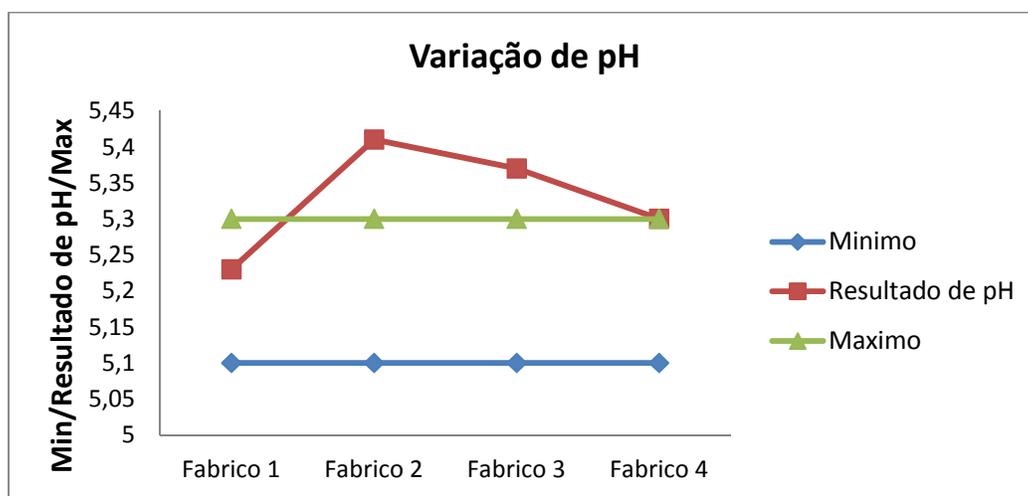


Gráfico 4: Variação de pH no Mosto em diferentes fabricos

Com base na demonstração dos resultados no gráfico 4 e na tabela 4, podemos notar que para o parâmetro pH no Mostos apenas o fabrico 1 estivera dentro das especificações recomendadas pela fábrica 2M e os restantes dos fabricos estiveram fora.

4.2. Resultados das Análises dos Parâmetros físico-químicos do produto acabado em diferentes BBTs

Tabela 5: Resultados do OE no Produto Acabado em diferentes BBTs:

BBTs (Amostras)	OE (°P) (Replicas)			\bar{x}	s	%RSD	$\bar{x} \pm \frac{t_{tab} \times s}{\sqrt{n}}$
BBT 8	9,39	9,32	9,38	9,36	0,04	0,41	9,56 ± 0,10
BBT 10	9,45	9,41	9,43	9,43	0,02	0,21	9,43 ± 0,05
BBT 20	9,53	9,47	9,44	9,48	0,05	0,48	9,48 ± 0,12
BBT 22	9,38	9,28	9,28	9,31	0,06	0,62	9,31 ± 0,15

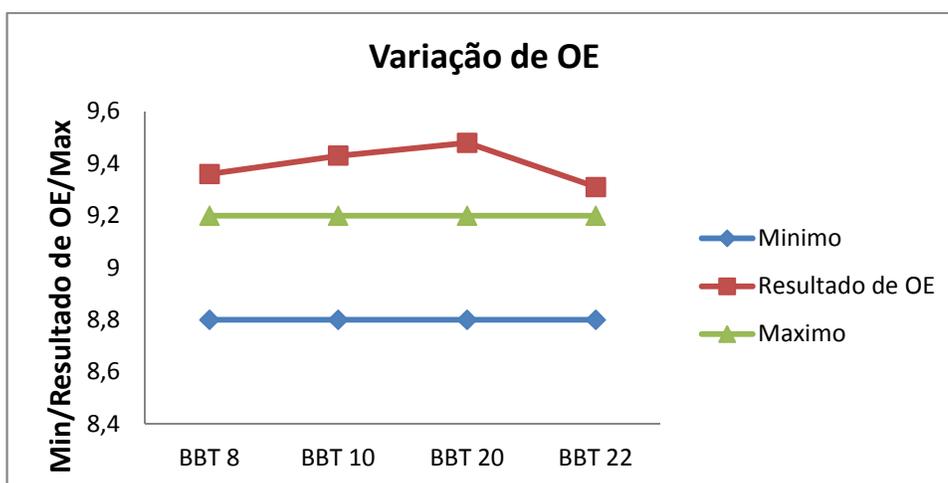


Gráfico 5: Variação de OE no Produto Acabado em diferentes BBTs

Com base na demonstração dos resultados pelo gráfico 5 e na tabela 5 observou-se que para o parâmetro OE todos os BBTs estiveram fora das especificações recomendadas pela fábrica 2M.

Tabela 6: Resultados da intensidade da Cor no Produto Acabado em diferentes BBTs

BBTs (Amostras)	Intensidade da Cor (EBC) (Replicas)			\bar{x}	s	%RSD	$\bar{x} \pm \frac{t_{tab} \times s}{\sqrt{n}}$
BBT 8	7,10	6,87	6,62	6,86	0,24	3,50	6,86 ± 0,60
BBT 10	6,9	6,85	6,80	6,85	0,05	0,72	6,85 ± 0,12
BBT 20	8,0	7,87	7,85	7,91	0,08	1,03	7,91 ± 0,20
BBT 22	6,59	6,55	6,52	6,55	0,04	0,61	6,55 ± 0,10

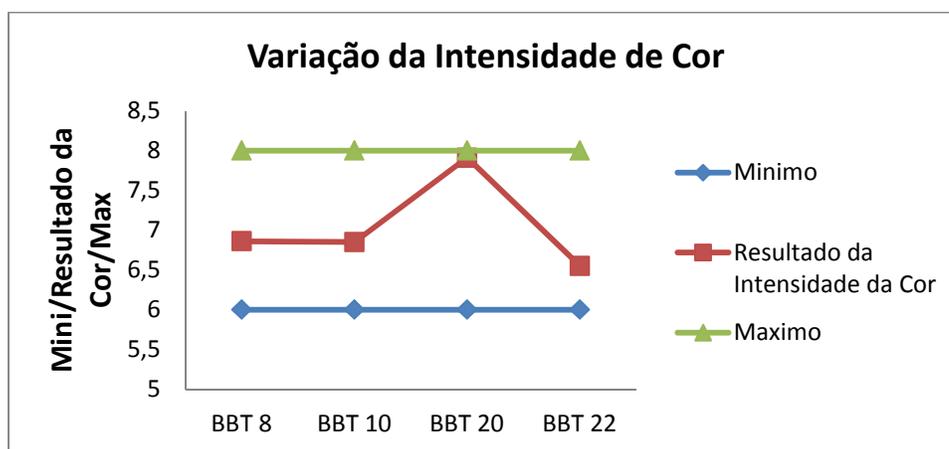


Gráfico 6: Variação da Intensidade da Cor no Produto Acabado em diferentes BBTs

Com base na demonstração dos resultados pelo gráfico 6 e na tabela 6 observou-se que para o parâmetro de Intensidade da Cor todos os BBTs estiveram dentro das especificações recomendadas pela fábrica 2M.

Tabela 7: Resultado de RE no Produto Acabado em diferentes BBTs

BBTs (Amostras)	RE (°P) (Replicas)			\bar{x}	s	%RSD	$\bar{x} \pm \frac{t_{tab} \times s}{\sqrt{n}}$
BBT 8	2,45	2,42	2,39	2,42	0,03	1,24	2,42 ± 0,07
BBT 10	2,49	2,49	2,48	2,49	0,007	0,28	2,49 ± 0,02
BBT 20	2,32	2,28	2,31	2,30	0,02	1,30	2,30 ± 0,06
BBT 22	2,54	2,53	2,52	2,53	0,01	0,40	2,58 ± 0,02

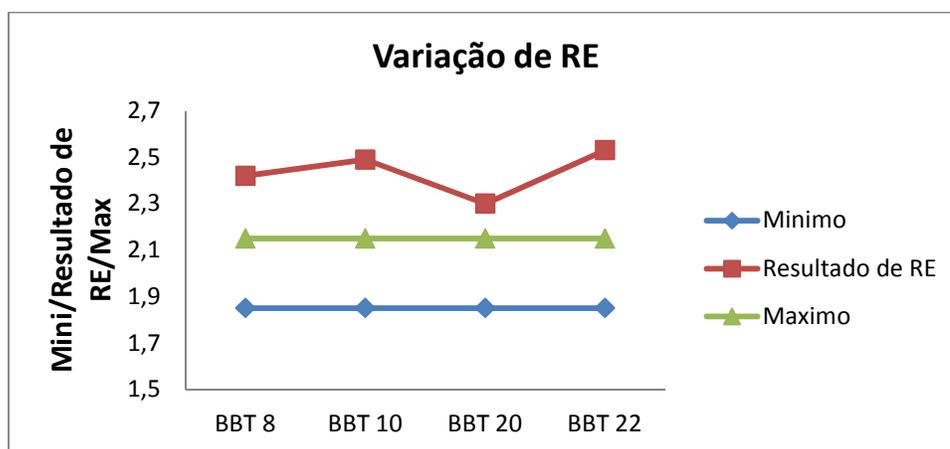


Gráfico 7: Variação de RE no Produto Acabado em diferentes BBTs

Para o Produto Acabado com base na demonstração dos resultados pelo do gráfico 7 e tabela 7 é notório que para o parâmetro RE todos os BBTs estiveram fora das especificações recomendadas pela fábrica 2M.

Tabela 8: Resultados de pH no Produto Acabado em diferentes BBTs

BBTs (Amostras)	pH (Replicas)			\bar{x}	s	%RSD	$\bar{x} \pm \frac{t_{tab} \times s}{\sqrt{n}}$
BBT 8	4,02	4,0	3,98	4,0	0,02	0,50	4,0 ± 0,05
BBT 10	4,10	4,11	4,09	4,10	0,01	0,29	4,10 ± 0,03
BBT 20	3,94	3,92	3,95	3,94	0,02	0,51	3,94 ± 0,05
BBT 22	3,96	3,94	3,97	3,96	0,02	0,51	3,96 ± 0,05

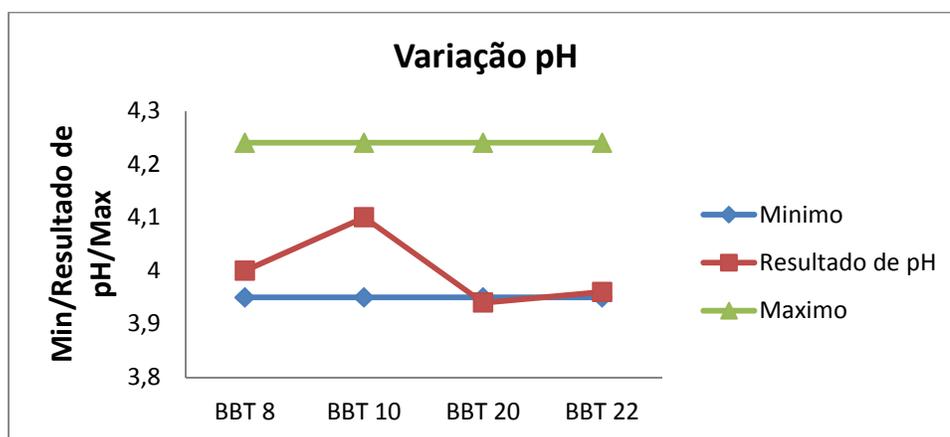


Gráfico 8: Variação de pH no Produto Acabado em diferentes BBTs

Para o Produto Acabado com base na demonstração do gráfico 8 dos resultados obtidos do parâmetro pH, apenas o BBT 20 estivera ligeiramente fora das especificações recomendadas pela fábrica 2M.

4.3. Verificação da correlação dos Parâmetros físico-químicos (OE e pH) entre o Mosto e Produto acabado.

Para a verificação da correlação baseou-se na determinação do coeficiente de correlação de Pearson (r) e provou – se a significância da correlação baseando – se num tratamento estatístico dos dados que foi complementado com comparação entre t de student critico e calculado. É de salientar que o valor de r deve estar compreendido entre $[-1$ a $1]$ o valor de r calculado quanto mais próximo de 1 estiver mais eficiente a relação entre X e Y ou seja a relação é considerada positiva, e se o valor de r estiver próximo de 1 negativo a relação é perfeita mas é considerada negativa e se tender para zero não existe uma correlação (Pessoa, Joao 2008).

A significância do coeficiente de correlação será usada o seguinte teste de hipóteses:

$$\text{Hipótese } H_0: \mu = 0 \quad H_1: \mu \neq 0$$

Segundo a Estatística o teste $t_c = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$: onde $n - 2$ é graus de liberdade. Com base a tabela de student nos dá as seguintes Interpretações:

- ✓ Caso o valor de t_c (calculado) for superior ao valor de t tabelado, rejeitamos a hipótese nula ao nível de significância α e concluímos que existe uma relação significativa entre as variáveis.
- ✓ Caso o valor de t_c (calculado) for inferior ao valor de t tabelado, não rejeitamos a hipótese nula ao nível de significância α e concluímos que existe uma relação não significativa entre as variáveis.

Para o valor de t -tabelado temos 4,30 para 2 graus de liberdade a um nível de confiança de 95%. Para além da fórmula acima vista para o tratamento estatístico foram usadas também as seguintes fórmulas:

$$C(xy) = \frac{\Sigma(X-\bar{X})(Y-\bar{Y})}{n}; \quad r = \frac{C(X,Y)}{S_y.S_x}; \quad S^2_x = \frac{(X-\bar{X})^2}{n} \quad \text{e} \quad S^2_y = \frac{(Y-\bar{Y})^2}{n}$$

Onde: r é coeficiente de correlação; $C(xy)$ é a co-variância de x e y ; S^2_x e S^2_y são as somas dos desvios de x e y ; n é o número de amostras.

Tabela 9: Correlação para o parâmetro pH entre o Mosto e Produto Acabado

Produto	Mosto					
Acabado (X)	(y)	$(\bar{x}-\bar{x})$	$(\bar{y}-\bar{y})$	$(\bar{x}-\bar{x}) \cdot (\bar{y}-\bar{y})$	$(\bar{x}-\bar{x})^2$	$(\bar{y}-\bar{y})^2$
pH	pH					
3,94	5,23	- 0,06	- 0,1	6.10^{-3}	$3,6.10^{-3}$	0,01.
3,96	5,30	- 0,04	- 0,03	$1,2.10^{-3}$	$1,6.10^{-3}$	9.10^{-4}
4,0	5,37	0,0	-0,14	0,0	0	0,019
4,10	5,41	-0,1	0,08	-8.10^{-3}	0,01	$6,4.10^{-3}$

$C(x,y) = 2.10^{-3}$; $S_x = 0,0616$; $S_y = 0,66$; $r = 0,997$ e $t_c = 18,20$

Com base no valor calculado do coeficiente de correlação (r) conclui que a correlação para o parâmetro pH entre o Mosto e Produto Acabado é positiva e perfeita pois o valor de coeficiente de correlação tende para 1. Dado que o valor t – calculado é maior que o t- tabelado (crítico), rejeita a hipótese nula, ou seja há uma correlação significativa para o parâmetro pH entre o Mosto e o Produto Acabado ao nível de confiança de 95%.

Tabela 10: Correlação para o parâmetro OE entre o Mosto e Produto Acabado.

Produto	Mosto					
Acabado (X)	(y)	$(\bar{x}-\bar{x})$	$(\bar{y}-\bar{y})$	$(\bar{x}-\bar{x}) \cdot (\bar{y}-\bar{y})$	$(\bar{x}-\bar{x})^2$	$(\bar{y}-\bar{y})^2$
OE	OE					
9,36	15,39	-0,04	0,12	$-4,8.10^{-3}$	$1,6.10^{-3}$	0,014
9,43	15,17	0,04	-0,11	$-4,4.10^{-3}$	$1,6.10^{-3}$	0,012
9,48	15,18	0,09	-0,10	-9.10^{-3}	$8,1.10^{-3}$	0,01
9,31	15,36	-0,09	0,09	$-8,1.10^{-3}$	$8,1.10^{-3}$	$8,1.10^{-3}$

$C(x,y) = - 6,575.10^{-3}$; $S_x = 0,0696$; $S_y = 0,104$; $r = -0,908$ e $t_c = 3,06$

Observou – se que o valor do Coeficiente de correlação (r) é negativo, sendo assim considera – se a correlação linear negativa com uma boa relação entre perfeita pois o valor de r tende para 1 negativo. Apesar de ter uma correlação linear negativa, ela não é significativa ou seja a hipótese nula não é rejeitada pois o valor t- calculado é menor que o t-tabelado a um nível de intervalo de confiança de 95%.

4.4. Análise da Variação dos Parâmetros físico-químicos (LE, Cor e pH) do Mosto em diferentes fabricos e sua Influência na qualidade da Cerveja.

Para esta análise da variação fez-se um tratamento estatístico usando o programa “ SOFTWARE” STATISTIC GRAPHIC onde por sua vez usou-se os testes de ANOVA (tabelas 11-13) a um nível de intervalo de confiança de α de 5%, teste de comparação múltipla que permitiram uma comparação simultânea entre os resultados obtidos dos parâmetros em estudo. Esse teste foi complementado com as seguintes hipóteses:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \dots = \mu_1$$

H_a : pelo menos dois dos μ_1 são diferentes

Tabela 11: Análise de ANOVA para o Parâmetro pH no Mosto em diferentes fabricos

Fonte de variação	SQ	GL	QM	F
Entre os grupos	0,100	4	0,0252	4,50
Nos grupos	0,056	10	0,006	
Total	0,156	14		

O valor crítico de F em um nível de confiança de 95% para 4 e 10 graus de liberdade é 3,48. Uma vez que o F calculado é maior que o valor crítico rejeita-se a H_0 em um nível de confiança de 95% e concluímos que existe diferença significativa de pH entre os fabricos.

Tabela 12: Análise de ANOVA para o Parâmetro LE no Mosto em diferentes fabricos

Fonte de variação	SQ	GL	QM	F
Entre os grupos	0,160	4	0,040	5,90
Nos grupos	0,068	10	0,007	
Total	0,228	14		

O valor crítico de F em um nível de confiança de 95% para 4 e 10 graus de liberdade é 3,48. Uma vez que o F calculado é maior que o valor crítico rejeita-se a H_0 em um nível de confiança de 95% e concluímos que existe diferença significativa de extrato limite entre os fabricos.

Tabela 13: Análise de ANOVA para o Parâmetro Intensidade da Cor no Mosto em diferentes fabricos

Fonte de variação	SQ	GL	QM	F
Entre os grupos	14,578	4	3,644	3,88
Nos grupos	9,387	10	0,938	
Total	23,963	14		

O valor crítico de F em um nível de confiança de 95% para 4 e 10 graus de liberdade é 3,48. Uma vez que o F calculado é maior que o valor crítico rejeita-se a H_0 em um nível de confiança de 95% e concluímos que existe diferença significativa da intensidade da cor entre os fabricos

4.5. Interpretação e Discussão dos Resultados

✓ Correlação

Para o parâmetro OE segundo o teste estatístico conclui-se que existe uma correlação linear negativa não significativa entre o Mosto e o Produto Acabado, isto porque no Produto Acabado observou-se desvios deste parâmetro causados pelos processos tecnológicos da fermentação tais como ocorrência de uma fermentação rápida causando assim valores altos de OE. Para o parâmetro pH verificou-se uma boa correlação entre o Mosto e Produto Acabado apesar de ter se obtidos valores fora das especificações para alguns fabricos, isto verificou-se porque este parâmetro é corrigido ainda na fabricação com adição de $H_3PO_4(1)$.

✓ Variação

Para os parâmetros OE, intensidade da Cor e pH observou-se que existe uma diferença significativa ou seja uma variação significativa entre as médias dos diferentes fabricos, isto deve-se á variações dos processos tecnológicos e a qualidade da matéria-prima.

Para o parâmetro pH essas variações podem afectar na proporção da degradação proteica e a degradação dos açúcares não fermentáveis como os glucanos prejudicando o produto final no paladar, sabor, na estabilidade de espuma e na estabilidade físico – química da cerveja.

Para o parâmetro OE essas variações acabam influenciando no teor álcool do produto final e no CO_2 .

✓ Desvios dos Parâmetros em estudo do Mosto e Produto Acabado

Parâmetro pH no Mosto e no Produto Acabado

Para o parâmetro pH no Mosto apenas o fabrico 1 estivera dentro das especificações recomendadas pela fábrica 2M e os restantes dos fabricos estiveram fora. Porém este desvio pode ser explicado pelos processos tecnológicos, como a variação da qualidade da água tornando o pH alto.

No Produto Acabado apenas o BBT 20 estivera ligeiramente fora das especificações recomendadas pela fábrica 2M. Este desvio relaciona-se com o processo da fermentação, isto é, durante a fermentação

são formados ácidos orgânicos e maior quantidade de ácidos sintetizados durante a fermentação baixam o pH.

Parâmetro Intensidade da Cor no Mosto e no Produto Acabado

Para este parâmetro no Mosto apenas o fabrico 1 e 4 estiveram dentro das especificações recomendadas pela fábrica 2M. Os fabricos 2 e 3 estiveram fora, isto foi causado pelas variações tecnológicas, como a utilização de maior quantidade de malte.

No Produto Acabado os resultados obtidos do parâmetro de Intensidade da cor estiveram dentro das especificações recomendadas pela fábrica 2M para todos os BBTs.

Parâmetro OE no Mosto e no Produto Acabado

Para o Mosto todos os fabricos analisados estiveram dentro das especificações recomendadas pela fábrica. Para o Produto Acabado estiveram fora das especificações recomendadas pela fábrica 2M para todos os BBTs. Estes desvios observados podem ser explicado pela qualidade do malte, isto é o extracto disponível no malte, poder enzimático de modificação do malte.

Parâmetro LE no Mosto e RE no Produto Acabado

Para o parâmetro LE no Mosto apenas o fabrico 4 estivera fora das especificações recomendadas pela fábrica 2M. Este desvio está relacionado com a utilização de malte com maior teor de amido e alto poder enzimático de converter o amido em açúcares causando assim aumento de LE.

Para o Produto Acabado com base na demonstração do gráfico 7 e tabela 7 os resultados obtidos do parâmetro RE estiveram fora das especificações recomendadas pela fábrica 2M para todos os BBTs. Esta disparidade relaciona - se com o processo da fermentação e o nível de oxigénio, isto é, se o nível de oxigenação for baixo dificulta o crescimento da população de levedura o que faz com que a fermentação termine antes do previsto tornando o RE mais alto.

CAPÍTULO V. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1. Conclusões

No trabalho realizado foram estudados os parâmetros físico-químicos do mosto e produto acabado (OE, RE, LE Intensidade da Cor e pH) durante o processo de produção da cerveja 2M

Na base do estudo dos parâmetros mencionados foram analisadas as correlações entre os parâmetros físico-químicos do mosto e produto acabado durante o processo de produção de 2M.

Foi detectado que alguns parâmetros físico-químicos relacionam-se bem com os seus padrões, mas outros apresentam desvios dos valores padronizados.

Analisou-se igualmente as razões de desvios dos parâmetros que caracterizam a qualidade de mosto e Cerveja acabada de padrões estabelecidos na fábrica tais razões foram: a riqueza do malte em amido com alto poder enzimático de converter o amido em açúcares fermentava, estacionamentos longos a temperaturas óptimas á enzima, processo de fermentação e filtração entre outros.

Foi estabelecido que nem todos os parâmetros analisados podem ser corrigidos durante o processo da produção, mas alguns podem ser melhorados.

Os parâmetros Físico-químicos Intensidade de Cor, pH e LE no Mosto em diferentes fabricos apresentaram-se com uma variação significativa influenciando assim negativamente na qualidade da Cerveja.

5.2. Recomendações

Das conclusões obtidas verificou-se que existem resultados dos parâmetros que não se correlacionam assim como alguns resultados dos parâmetros analisados estiveram fora das especificações da fábrica para tal recomenda-se:

- ✓ Para os trabalhos futuros darem continuidade na análise das razões dos desvios dos parâmetros físico-químicos de acordo com as especificações formuladas pela fábrica e
- ✓ Fazer um estudo semelhante para outras marcas pertencentes à fábrica.

6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida e Silva, J.B. (2005). *Tecnologia de bebidas: matéria-prima, processamento, BPF /APPCC, legislação e mercado*. São Paulo: Edgard Blucher.
- Anônimo 1 (2006). *Controlo de qualidade de cerveja*.
- Aquarone, E., Lima, U.A.; Borzani, W. (2001). *Biotecnologia Industrial: alimentos e bebidas produzidas por fermentação*. São Paulo: Edgard Blucher, vol 5.
- Aquarone, E.; Lima; U.A.; Borzani, W. (1983). *Biotecnologia – Alimentos e Bebidas produzidos por fermentação*. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda., vol 5.
- Araujo A.S. 2005. *Análise e Tipificação de diferentes A mostras de Cerveja através de Espectrometria de Massa por Ionização Eletrospray*. Dissertação de Mestrado, Brasil, Universidade Estadual de Campinas 2005.
- Briggs, D. E. (1998). *Malts and malting*. London: Blackie Academic and Professional; Gaithersburg:Aspen.
- Bianca Zuppardo (2010). *Uso de gonas oenognum para estabilidade coloidal e de espuma da cerveja*. Dissertação de Mestrado, Universidade São Paulo.
- Cervesia. (sem ano) *Cervejas*. Acedido em: http://www.cervesia.com.br/historia_da_cerveja.asp.
- Carvalho. G.B.M de Bento, C.V. Silva J.B. (2008). *Elementos Biotecnológicos Fundamentais no processo Cervejeiro: 1ª parte Leveduras*, Revista Analítica.
- Dennis E. Briggs; Boulton, C. A.; Brookes P. A. and Stevens R. (2004). *Brewing: Science and practice*. Published by Woodhead Publishing Limited, Abington Hall, Abington Cambridge CB1 6AH, England.
- Ehrhardt, P.; Sassen, H. (1995). *Fermentação*. SENAI – DR/RJ
- Gump, Barry H; Pruett, David J. (1993) *Beer and wine production: analysis, characterization, and technological advances*. Washington: American Chemical Society.

- Kolb, E. (2002). *Vinos de frutas: Elaboración artesanal e industrial*. Zaragoza – Espanha. Ed. Acribia.
- Lefort, Philippe. (1989) *A arte caseira de fazer vinhos, licores e cervejas*. 2a ed. São Paulo: Global.
- Lehninger, A. L., Nelson, D. L. e Cox, M. M. (1995). *Princípio de bioquímica*. Traduzido por Simões, A. A.; LODE, W. R. N. São Paulo: Ed. Sarvier, 2ªed. Tradução de: *Principles of biochemistry*.
- Lima, U.A.; Aquarone, E.; Borzani, W. (2001) *Biotecnologia Industrial: Engenharia Bioquímica*. São Paulo: Edgard Blucher.
- Pessoa João (2008). *Análise Química Instrumental*. Universidade Feder de Paraíba.
- Monteiro, A. (2001), *curso de operador cervejeiro, companhia Brasileira e Bebidas Goiana*
- Madrid. A.(1995) *Manual Industrial de Alimentos*. São Paulo, Varela.
- Tschope E.C (2001). *Microcerveja e cervejaria; historia, Arte e Tecnologia*. São Paulo. Editora Eden.
- Reed, G. and Nagodawithana, T.W. (1991). *Yeast Technology*. New York: 2 ed. Van Nostrand Reinhold Book.
- Reinold.M.R. (1997). *A cerveja e o Meio Ambiente*. Manual Prático da Cervejaria. São Paulo: Aden – Editora e Comunicação.
- SABMiller (sem ano). *Historial da companhia SABMiller*.
- Stryer, L. (1996). *Bioquímica*. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A.
- Venturini Filho, WG; Cereda, MP. *Cerveja*. In: Almeida lima, U., Aquarone, E., Borzani, W., Schmidell, W. (2001). *Biotecnologia Industrial (Biotecnologia na produção de alimentos vol 4)*. Edgar Blucher, Brasil.

ANEXOS

ANEXO I – CALIBRAÇÃO DOS APARELHOS

CALIBRAÇÃO DO BEER ANALYZER

Procedimento

- ✓ Tomou-se um balão de 500 ml e filtrou-se 250 ml de água destilada para o balão e levou-se ao fogão onde foi aquecida a uma temperatura de 60°C. Tomou-se também 100 ml de solução de Decon para um erlenmeyer de 200 ml e levou-se ao fogão para o aquecimento a uma temperatura de 60°C.
- ✓ De seguida introduziu-se duas cuvetes de água a 60°C no carrossel do Beer Analyzer onde deixou-se o aparelho puchar a água.
- ✓ Depois das duas cuvetes de água introduziu-se uma cuvette de solução de Decon no carrossel após o Beer Analyzer ter puxado a solução de Decon mandou-se parar o carrossel por uns 5 minutos.
- ✓ Depois de ter passado os 5 minutos novamente introduziu-se duas cuvetes de água a 60°C no carrossel para o aparelho puxar água contida nas cuvetes que estão no carrossel e de seguida põe-se duas cuvetes de água a 20°C onde deixamos tirar a leitura dessa água, e por fim põe-se duas cuvetes de referência (cerveja 2M pasteurizada duas vezes).

CALIBRAÇÃO DO pH METER

Procedimento

- ✓ Selecionou-se o pH mode até a exibição do ícone pH de seguida introduziu-se a primeira solução tampão a uma temperatura de 20°C no eléctrodo e agitou-se moderadamente até á leitura do pH do tampão e pressionamos a tecla calibrar.
- ✓ Depois da calibração com o primeiro tampão, introduzimos o segundo tampão no eléctrodo a uma temperatura de 20°C agitamos moderadamente até á leitura do pH depois pressionamos a tecla calibrar e assim a calibração fica completa.

ANEXO II – TABELAS DE ESPECIFICAÇÕES DA FÁBRICA DOS PARÂMETROS EM ESTUDO NO MOSTO E PRODUTO ACABADO

Especificações dos Parâmetros Físico-químicos Analisados usados na Fábrica para o Mosto para cerveja 2M

Parâmetros	Especificações	
	Máximo	Mínimo
Cor (EBC)	13,75	10,75
OE (°P)	15,40	15,00
pH	5,30	5,10
LE (°P)	0,55	0,25

Especificações dos Parâmetros Físico-químicos Analisados usados na Fábrica para o Produto acabado para 2M

Parâmetros	Especificações	
	Máximo	Mínimo
Cor (EBC)	8	6
OE (°P)	9,20	8,80
pH	4,25	3,95
RE (°P)	2,15	1,85

ANEXO III- FÓRMULAS USADAS PARA OS CÁLCULOS

O cálculo do volume da pasta foi feito através da seguinte fórmula:

$$V_p = QM \times 0.75 + V_{H2O}$$

Onde: V_p – Volume da pasta;
 QM – Quantidade do malte;
 0.75 – Volume ocupado por 1kg de malte;
 V_{H2O} – Volume da água

Fórmulas usadas para o tratamento estatístico são:

$$RSD = \frac{s}{\bar{x}} ; \quad IC = \bar{x} \pm \frac{t_{tab} \times s}{\sqrt{n}}$$

$$MQF = SQF / I - 1; \quad MQE = SQF / N - 1; \quad F = MQF / MQE; \quad STQ = SQF + SQE;$$

$$SQE = (N_1 - 1)S_1^2 + (N_2 - 1)S_2^2 + \dots + (N_n - 1)S_n^2$$

Onde: MQF – valor médio dos quadrados devido aos níveis de factor

MQE – valor médio dos quadrados do erro; N_1 – numero de media do grupo 1; s = variância das amostras.

ANEXO IV. CERVEJA E SAÚDE

Cerveja

- Bebida natural.
- ✓ Com baixo conteúdo em calorias (20-30 kcal / 100 ml).
- ✓ Não contem gorduras.
- ✓ Quantidade apreciável de Carbohidratos, Vitaminas e proteínas
- ✓

Logo, o seu “consumo razoável” é benéfico para a saúde humana e claramente recomendável para qualquer dieta equilibrada.

Consumo moderado de álcool resulta numa composição diferente do corpo, nomeadamente uma redução na proporção de gorduras.

Componentes positivos da Cerveja para Saúde

Lúpulo : a cerveja é a única bebida que contem lúpulo, um sedativo suave e um amargo estimulante do apetite

Malte : proporciona à cerveja os Carbohidratos, minerais, e os ácidos orgânicos e vitaminas importantes para a vida

Água : é o maior e mais importante componente da cerveja, com uns 92g/100g. O poder refrescante da cerveja deve-se, tanto ao seu alto conteúdo em água como aos minerais que contem.

Conteúdo de calorias: cada 100ml de cerveja contém entre 30-40 Kcal

ANEXO V. APARELHOS



Permutador de calor – tem a função de baixar a temperatura do mosto



Cubas ou FVs – onde ocorre a fermentação da cerveja.



SVs – são vasos de maturação das cervejas.



Filtros da cerveja – após a fermentação e maturação, as cervejas já prontas para o consumo, são filtradas para retirar todas as partículas sólidas, resíduos de leveduras e macro-moléculas.



BBTs ou tanques de cervejas filtradas – após a filtração da cerveja, ela é recolhida nesses tanques a fim de ser embalada nos respectivos recipientes.



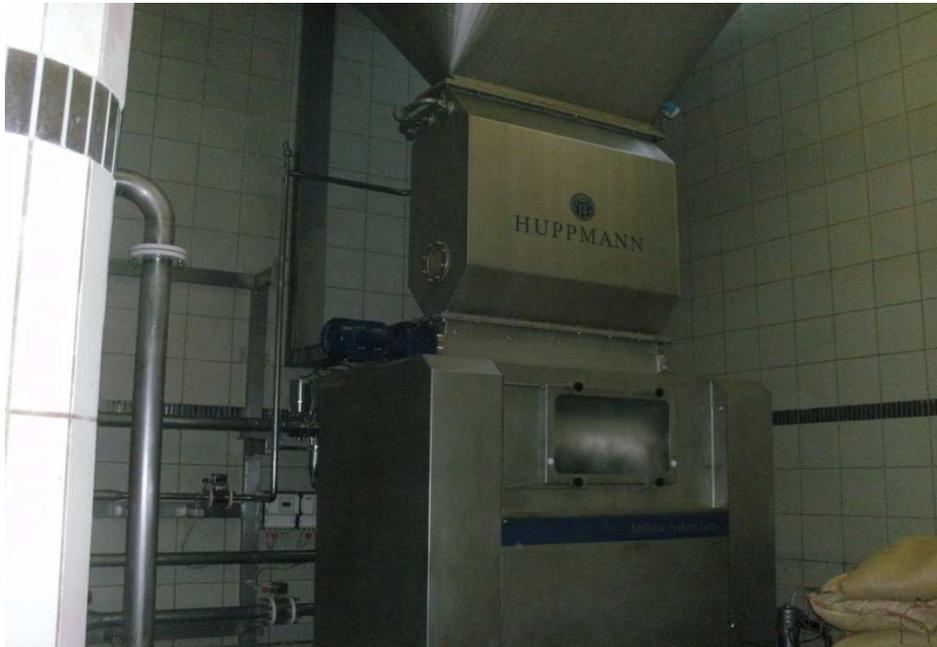
Balança manual – serve para pesar os adjuntos do malte e maltes especiais que vão ao moinho junto com o malte.



Balança automática – serve para pesar o malte quando sai dos silos para o moinho.



Peneira – tem a função de separar o malte dos lixos que podem trazer do processamento do malte.



Moinho – onde todo o malte e os adjuntos são misturados e esmagados e misturados com água



Caldeira de empastagem ou mosturação – onde ocorre a mosturação dos maltes e seus adjuntos e a sacificação da pasta.



Cuba-filtro – local onde o mosto (parte líquida) é separado do bagaço (parte sólida).



Tanque de espera ou tampão – onde se recolhe o mosto filtrado antes de ser transferido para a caldeira de ebulição.



Caldeira de ebulição – local onde o mosto é cozido e misturado com outras matérias usadas na fabricação da cerveja.



Caldeira de centrifugação e decantação ou whirlpool – onde o mosto sofre a centrifugação e de decantação do trub para retirar o resto de impureza que passa pela cuba-filtro e as impurezas do lúpulo que é adicionado na caldeira de ebulição.

[Escolher a data]