



**ESTUDO CINÉTICO, SENSORIAL E COLORIMÉTRICO DE CERVEJA PILSEN
COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO LÚPULO POR EXTRATO ALCOÓLICO DE
UVAIA (*EUGENIA PYRIFORMIS CAMBESS*)**

Inconfidentes – MG

Outubro de 2017



Abdiel Lurian da Silva Rocha

**ESTUDO CINÉTICO, SENSORIAL E COLORIMÉTRICO DE CERVEJA PILSEN
COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO LÚPULO POR EXTRATO ALCOÓLICO DE
UVAIA (*EUGENIA PYRIFORMIS CAMBESS*)**

Projeto de Final de Curso apresentado ao Instituto Federal de Ensino, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidente, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Inconfidentes - MG

Outubro de 2017

ABDIEL LURIAN DA SILVA ROCHA

**ESTUDO CINÉTICO, SENSORIAL E COLORIMÉTRICO DE CERVEJA PILSEN
COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO LÚPULO POR EXTRATO ALCOÓLICO DE
UVAIA (*EUGENIA PYRIFORMIS CAMBESS*)**

Data de aprovação: _____ de outubro de 2017

Oswaldo Kameyama – IF Sul de Minas

Mariana Borges de Lima Dutra – IF Sul de Minas

Cleiton Lourenço de Oliveira – IF Sul de Minas

DEDICATÓRIA

A minha amada vó, dedico, por seu enorme orgulho em sempre acreditar no meu futuro e pelo amor incondicional que pude receber dela até o final de sua vida.

Ao meu grande e imortal amigo Sandro Oraboni por sempre acreditar no meu potencial e me incentivar em cada passo que era dado, agora olha por mim lá de cima.

Sonho que se sonha só é só um sonho, mas sonho que se sonha junto é realidade.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me ofertado tantas coisas maravilhosas na vida, por ter me dado fé e por ter me dado força para correr atrás dos meus sonhos.

Aos meus pais Edna Aparecida da Silva e Clécio Flauzino da Rocha, por serem os maiores exemplos de vida que tive durante toda minha jornada.

Aos meus irmãos, Abmael Elias Peixoto e Anna Beatriz da Silva, pelo companheirismo de uma vida toda, por todo incentivo e motivação que me deram.

A minha namorada Anna Carolina Bacha de Holanda, por todo carinho e amor que sempre teve comigo independente da situação em que estivéssemos.

Ao IFSULDEMINAS Campus – Inconfidentes MG onde tive o prazer de estudar durante 8 anos auxiliando para meu desenvolvimento como cidadão

A todos os professores que não dispensaram de esforços para ensinar, principalmente ao professor Oswaldo Kameyama, pela ajuda, companheirismo e amizade adquirida durante toda graduação.

Aos meus colegas de classe que me acompanharam durante toda jornada acadêmica em especial a Ana Cristina, Michele Simões, Silmara Alves e Mariana Martimiano que sempre tive o apoio incondicional.

Aos meus companheiros da Repour em especial ao João Miguel Apolinário galera, da republica fazendinha em especial Juliano Abraão, por todos os momentos que passamos juntos.

Aos meus primos Ludson Guedes, Maique Rocha, Thayna Brito pelo companheirismo de sempre.

RESUMO

O decreto n. 6871 de 4 de junho de 2009, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, define cerveja como: bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo. Lúpulo é a inflorescência feminina da planta dióica classificada como *Humulus lupulus* que é responsável por conferir sabor, aroma e principalmente atuando como conservante natural na bebida. A substituição parcial do lúpulo por extrato de uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess) proporcionaria a redução do uso deste conservante que atualmente é importado, por um conservante, também natural, nacional, além de proporcionar a possibilidade de gerar novos sabores para cerveja. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influencia da substituição parcial do lúpulo por extrato alcoólico de uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess) sobre a fermentação de cerveja, analisando a cinética, características sensoriais e colorimétricas. Foram estudadas quatro amostras sendo elas A (10%), B (20%), C (30%) e D (controle). Tratando-se do teor alcoólico a amostra C foi a que apresentou menor coeficiente de produção de álcool podendo ter ocorrido alguma inibição pelo uso do extrato. O estudo colorimétrico não apresentou diferença significativa entre as amostra. Para os atributos aparência, aroma, sabor e impressão global houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as amostras 10%, 20% e 30% quando comparadas com a amostra controle. Nota-se que as amostras com substituição parcial de lúpulo por extrato alcoólico de uváia não diferirão entre si. Para o teste de ordenação a amostra D (controle) apresentou maior gosto amargo. Para a intenção de compra a amostra B foi a que apresentou maior intenção de compra positiva. Desta forma, conclui-se a produção de cerveja com substituição de até 20% do lúpulo por extrato de uvaia é viável e não interfere na cinética de fermentação.

Palavras-chave: Cerveja, Fermentação, Lager, lúpulo, uvaia, .

ABSTRACT

Decree no. 6871 of June 4, 2009, from the Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply, to define beer as: a beverage obtained by alcoholic fermentation of brewer's wort from barley malt and potable water by yeast, with addition of hops. Hops is female inflorescence of the dioecious plant, *Humulus lupulus* which is responsible for conferring flavor, aroma and mainly acting as a natural preservative in the beverage. The partial replacement of the uvaia extract of hops by (*Eugenia pyriformis* Cambess) would provide a reduction in the use of the preservative which is imported by a natural, national preservative, as well as a possibility of generating new flavors for beer. The objective of the present work was to evaluate the influence of the partial replacement of hops by alcoholic extract of uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess) on beer fermentation, analyzing kinetics, sensorial and colorimetric characteristics. Four samples were studied, being A (10%), B (20%), C (30%) and D (control). Considering the alcohol content, sample C had the lowest alcohol production coefficient and some inhibition could have occurred due to the use of the extract. The colorimetric study showed no significant difference between the sample. For the attributes of appearance, aroma, flavor and overall impression, there was a significant difference ($p \leq 0.05$) between the samples with 10%, 20% and 30% when compared to the control sample. It is observed that the samples with partial replacement of hops by the alcoholic uvaia extract did not present any difference between them. For the ordination test, sample D (control) presented a superior bitter taste. For the intention to buy sample B, it was the one that presented the highest positive purchase intention. This way, concludes that is possible make pilsen beer replacing until 20% de hop per uvaia extract.

Word-Key: lager beer, hop, uvaia extract, *Eugenia pyriformis* Cambess.

INDICE

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo Geral	3
2.2. Objetivos Específicos.....	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1. história da cerveja	4
3.2. Bebidas alcoólicas.....	5
3.3. Tipos de Cervejas	6
3.3.1. Ale	7
3.3.2. Lager	7
3.3.2.1. Pilsner ou Pilsen.....	7
3.4. Matéria-prima	8
3.4.1. Água	8
3.4.2. Malte	10
3.4.3. Lúpulo.....	12
3.4.4. Adjuntos	14
3.4.5. Leveduras.....	15
3.5. PROCESSAMENTO DA CERVEJA	17
3.5.1. Moagem	17
3.5.2. Brassagem.....	18
3.5.3. Filtração	20
3.5.4. Fervura.....	20
3.5.5. Decantação, resfriamento e aeração do mosto	21
3.5.6. Fermentação.....	21
3.5.7. Maturação	22
3.5.8. Clarificação.....	23
3.5.9. Carbonatação	24
3.5.10. Acondicionamento e Pasteurização.....	24
3.6. PROPRIEDADES E COMPOSIÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DA CERVEJA.....	25
3.6.1. Aparência.....	26
3.6.2. Aroma	27
3.6.3. Paladar	28
3.7. Legislação.....	29
3.8. Eugenia pyriformis Cambess	30
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	31
4.1. Formulação	31
4.2. Processo produtivo	32
4.2.1. Moagem do malte	32
4.2.2. Mosturação	32
4.2.3. Filtração e lavagem.....	33
4.2.4. Fervura do mosto	33
4.2.5. Resfriamento do mosto	33
4.2.6. Fermentação.....	33
4.2.7. Maturação	34
4.2.8. Envase.....	34
4.3. Condução do estudo cinético	34
4.4. Metodologia analítica.....	34
4.4.1. pH	34
4.4.2. Densidade	35
4.4.3. Teor de açúcar	35
4.4.4. Teor alcoólico.....	35
4.4.5. Coloração.....	35
4.5. Análise sensorial	35
4.6. ANÁLISE estatística	38
4.6.1. Análise de cor	38
4.6.2. Análise sensorial	38

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
5.1. Estudo cinético.....	39
5.2. Coloração	42
5.3. Estudo sensorial.....	43
5.3.1. Teste de ordenação	44
5.3.2. Teste do ideal.....	46
5.3.3. Avaliação da intenção de compra	46
6. CONCLUSÕES	48
7. SUGESTÕES	49
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Efeitos da composição iônica da água no processo de fermentação.	9
Tabela 2 - Compostos limitantes na água para produção de cerveja.	10
Tabela 3 - Características de alguns adjuntos amiláceos.	15
Tabela 4 - Composição de adjuntos açucarados.	15
Tabela 5 - Classificação SRM.	26
Tabela 6 - Possíveis aromas encontrados em cervejas.	28
Tabela 7 - Matérias-primas utilizadas na produção da cerveja artesanal e suas respectivas quantidades.	31
Tabela 8 - Quantidades de lúpulo de amargor, aromático e extrato de uvaia utilizado em cada tratamento.	32
Tabela 9 - Escalas de temperaturas e ação esperada das enzimas.	32
Tabela 10 - Valores médios de luminosidade (L*), Valores médios de coloração vermelha (a*) e Valores médios da coloração amarela (b*) nos diferentes tratamentos estudados.	42
Tabela 11 - Média dos resultados dos atributos do teste de aceitação para as análises com diferentes concentrações de extrato de alcoólico de uvaia.	43
Tabela 12 - Comparação entre os resultados obtidos para o teste de ordenação.	45
Tabela 13 - Resultado final teste de ordenação.	45
Tabela 14 - Resultados do teste do ideal para amargor dos tratamentos estudados.	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Corte longitudinal do grão de cevada.	11
Figura 2 - Estrutura dos alfa-ácidos presentes no lúpulo.....	13
Figura 3 - Etapas do processo de fabricação da cerveja.....	17
Figura 4 - Variação da temperatura em função do tempo durante o processo de mosturação.19	
Figura 5 - Ficha utilizada no Teste de ordenação.....	36
Figura 6 – Ficha utilizada para os testes de Aceitação com escala hedônica estruturada de nove pontos, ideal para amargor e intenção de compra.....	37
Figura 7 – Acompanhamento do consumo de açúcares.	39
Figura 8 – Teores alcoólicos da cerveja para cada tratamento.	40
Figura 9 - Inclinação da reta e equações de reta, evidenciando a taxa de produção de etano. 41	
Figura 10 - Inclinação da reta e equações de reta, evidenciando a taxa de produção de etano.	42
Figura 11 - Distribuição da frequência das respostas de intenção de compra, das amostras para os diferentes tratamentos de substituição e amostra controle.....	47

LISTA DE ABREVIACOES E SÍMBOLOS

EBC = European Brewing Convention

IBU = International Bitterness Unit

SRM = Standard Reference Method

1. INTRODUÇÃO

A cerveja é uma bebida de ampla difusão e intenso consumo, sendo conhecida desde remota antiguidade em diversos países do mundo (TSCHOPE, 2011). Há evidências de que a prática da cervejaria originou-se na região da Mesopotâmia na antiga Suméria em 3000 a.C. (VENTURINI, 2005); e no final do século XVIII surgiram as primeiras técnicas científicas na produção da bebida, com o controle de temperatura da malteação e a medição sistemática dos ingredientes usados (SANTOS, 1998).

Entre as bebidas alcoólicas, a cerveja é uma das mais consumidas no mundo com cerca de 11,2% do mercado mundial (DRAGONE e SILVA, 2010). O Brasil é o terceiro maior produtor de cerveja do mundo, com 14,1 bilhões de litros em 2016, sendo a cerveja tipo *pilsen* responsável por 98% das cervejas vendidas (BRASIL, 2017; CERVBRASIL, 2017).

O decreto n. 6871 de 4 de junho de 2009, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, define cerveja como: bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo.

A cerveja é um meio pobre e hostil para a maioria dos microrganismos. A sua concentração de etanol varia entre 0,5 até 10%. Seu pH normalmente é ácido com valores entre 3,8 e 4,7, sendo este o valor mínimo que a maioria das bactérias pode tolerar para crescer. Além disso, a alta concentração de CO₂ e o baixo conteúdo de oxigênio faz com que a cerveja seja um meio próximo ao anaeróbio (SAKAMOTO & KONINGS, 2003).

Entre os componentes obrigatórios na produção de cerveja está lúpulo, sendo este a inflorescência feminina da planta dióica classificada como *Humulus lupulus*. É uma planta de difícil cultivo e típica de regiões frias e que pode ser comercializado na forma de flores seca, pó, peletes ou extrato. O lúpulo juntamente com o malte dá sabor e aroma característicos às cervejas, mas principalmente tem papel fundamental na conservação da cerveja, uma vez que exerce ação antisséptica no meio (VENTURINI, 2005).

O Brasil não possuía cultivo de lúpulo até 2014, quando surgiu por acaso uma variedade adaptada ao clima brasileiro, obtida dos restos de um experimento para cultivo da mesma na serra da Mantiqueira. Contudo essa produção, hoje em apenas 2000 kg, é insuficiente frente a necessidade de 1700 toneladas de cones de lúpulo importados principalmente da Alemanha e Estados Unidos (BERBERT, 2017)

Com o conceito natural em alta, inúmeras pesquisas vêm sendo desenvolvidas e direcionadas no descobrimento de novos agentes antimicrobianos provenientes de extratos de plantas para serem aplicados em produtos farmacêuticos, cosméticos e alimentício (OSTROSKY, 2009).

Estudo recentes sobre a atividade antimicrobiana de extratos de uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess) revelam seu poder bacteriostático, sobretudo sobre *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus subtilis* (Bs)b, *Proteus vulgaris* e *Enterococcus aerogenes* (STIEVEN, MOREIRA E SILVA, 2009; FERREIRA, FERREIRA e CORREA, 2015).

A substituição parcial do lúpulo por extrato de uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess) proporcionaria a redução do uso deste conservante que atualmente é importado, por um conservante, também natural, nacional, além de proporcionar a possibilidade de gerar novos sabores para cerveja. Contudo o uso deste novo conservante poderia interferir na cinética de fermentação da cerveja, sendo necessário o seu estudo (DRAGONE e SILVA, 2011).

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar a influencia da substituição parcial do lúpulo por extrato alcoólico de uvaia (*Eugenia pyriformis Cambess*) sobre a fermentação de cerveja.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar alterações que o uso de *Eugenia pyriformis Cambess* pode provocar na cinética de fermentação de cerveja;
- Encontrar a quantidade adequada para substituição do lúpulo por extrato *Eugenia pyriformis Cambess*, sem que seja afetada a fermentação;
- Avaliar alteração de coloração da cerveja pelo uso do extrato de uvaia;
- Avaliar o efeito do uso de *Eugenia pyriformis Cambess* na qualidade sensorial da cerveja.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. HISTÓRIA DA CERVEJA

Os sumérios e egípcios produziam cervejas há mais de 5.000 anos e há indícios que os babilônios já fabricavam mais de dezesseis tipos de cerveja de cevada, trigo e mel há mais de 4.000 anos antes de Cristo (MORADO, 2011).

Registros anteriores à escrita, como desenhos rupestres e símbolos primitivos, remetem à produção de uma bebida semelhante à cerveja. Documentos antigos, encontrados em cidades construídas em 6000 a.C., estão repletos de símbolos que remetem a cerveja como moeda de troca. Para reforçar essa teoria, escavações arqueológicas do século XIX encontraram resquícios de cevada em vasos localizados no interior de tumbas de faraós, tal fato leva algumas pessoas a crerem que a cerveja tenha se originado no Oriente Médio ou no Egito. Bedrich Hrozný, arqueólogo linguista, decifrou algumas tábuas que comprovaram a existência de uma bebida baseada em cereais, que era consumida na região dos Tigres e Eufrates e era utilizada como remédio, salário e oferenda aos deuses (MORADO, 2011).

Segundo o portal Cervesia (2015), que traz soluções em tecnologia cervejeira e gestão de processos, a ligação com a bebida no código de Hamurabi, legislação vigente do império mesopotâmico, de 1770 a.C., consta que poderia ser aplicada pena de morte para o cervejeiro que fraudava seu produto para venda. O cervejeiro a partir dessa época se tornou um membro importante na sociedade.

A cerveja no Brasil foi trazida pela Companhia das Índias Orientais no século XVII, mas com a saída dos holandeses em 1654 do país, a bebida desapareceu. Somente em 1808,

com a permanência da família real portuguesa em território brasileiro que o hábito de tomar cerveja foi trazido por D. João VI (MORADO, 2009).

A primeira cervejaria brasileira surgiu no Rio de Janeiro em 1836 com o nome de Cervejaria Brasileira. Até 1870 as cervejas inglesas dominaram o território do país e, até o final do século XIX a produção do Brasil era artesanal e feita com muitas dificuldades, devido à falta de cevada, lúpulo e fatores relacionados à refrigeração. Em 1888 apareceram duas grandes cervejarias, a Cia Cervejaria Brahma e a Cia Cervejaria Antartica Paulista que se uniram, surgindo a Ambev (Companhia de Bebidas das Américas), com posterior fusão com a gigante belga Interbrew. A nova InBev, a partir de 2004, tornou-se a maior produtora do mundo (MORADO, 2009).

3.2. BEBIDAS ALCOÓLICAS

Segundo o Decreto Legislativo Regional nº 14/2008, artigo 2º, define bebida alcoólica como qualquer bebida que obtida através de processo fermentativo ou por destilação e tenha pelo menos um teor alcoólico de 0,5% volume.

Há indícios que o consumo de bebida alcoólica vem desde os primeiros homens, ao ingerirem frutas “passadas” que haviam sofrido processo natural de fermentação. Porém, oficialmente, a primeira bebida alcoólica foi preparada na China no ano de 8000 a.C. Era feito pela fermentação do arroz, mel, uvas e cerejas. Os Sumérios chegaram a desenvolver dezenove tipos de bebidas e a maior parte à base de trigo e cevada. Nessa época a bebida era considerada somente para alta hierarquia. Porém, no Egito, na construção da pirâmide d Gizé, cada escravo ganhava cinco litros de bebida fermentada por dia. Era uma das formas de pagamento, além de colaborar que a população aguentasse a jornada cansativa e não se rebelasse. Como a maioria dos egípcios acreditavam em vida após a morte, o rei Tutancâmon foi sepultado com vinte e seis jarras de vinho (GARATTONI, 2008).

A bebida alcoólica esteve presente em tantas épocas históricas, mas uma em especial é muito interessante. A peste negra, no século XIV, foi responsável por causar a morte de milhões de pessoas. Porém, em uma cidade chamada Oudenburg, situada na Bélgica, um abade obrigou os seus devotos a ingerirem apenas cerveja e não mais água. A estratégia

funcionou e a maior parte da população não foi afetada pela doença, pois o álcool era menos afetado que a água (GARATTONI, 2008).

Atualmente a Organização Mundial da Saúde tem se preocupado com os níveis de consumo de álcool. Em 2014 realizou o “Relatório global sobre álcool e saúde”. Um pouco mais da metade da população ingere álcool. E grande parte provém de estabelecimentos clandestinos, onde se produzem bebidas com teores alcóolicos elevados e com presença de álcoois superiores como metanol, e também de desinfetantes. O uso em quantidades excessivas estão relacionados a casos de acidentes automobilísticos, casos de agressão e também a doenças (CISA, 2014).

3.3. TIPOS DE CERVEJAS

Estima-se que existam aproximadamente 20 mil tipos de cervejas no mundo, as quais se diferem por variações no processo, como o tempo e a temperatura, e também pelo uso das matérias-primas. As cervejas são classificadas de acordo com o tipo de fermentação; pode-se afirmar que existem duas grandes famílias: as "Ale" e as "Lager". Além dessas duas grandes famílias, ainda há dois tipos de fermentação, a espontânea e a mista. Na fermentação espontânea se utilizam-se leveduras selvagens e bactérias disponíveis no ambiente (ar) para promover o processo de fermentação, isso resulta em uma cerveja ácida e em um processo mais demorado, alguns exemplos são originários da Bélgica (Lambic, Gueuze). A fermentação mista é resultado da combinação de fermentação espontânea e alta. Após passar pelo processo de fermentação espontânea a cerveja é armazenada em barris de inox durante alguns anos e depois é engarrafada, promovendo-se uma refermentação na garrafa; é neste momento que é acrescentado o fermento. Cervejas de fermentação mista possuem delicioso sabor frutado (PAIVA, 2011).

O *Beer Judge Certification Program* (BJCP) é uma das classificações mais aceitas do mundo, foi fundada no Colorado (EUA) em 1985 sem fins lucrativos, com o objetivo de certificar críticos e avaliadores de cerveja (MORADO, 2009).

No Brasil as cervejas devem ser nomeadas como: Pilsen, Export, Lager Dortmunder, München, Bock, Malzbier, Ale, Stout, Porter, Weissbier e Alt, devendo respeitar as características de cada tipo (PAIVA, 2011).

3.3.1. Ale

As cervejas mais famosas da família Ale são: as inglesas (Pale Ale, Porter, Bitter), as alemãs (Weizenbier, Kölsch, Altbier) e a irlandesa (Stout). As cervejas Ale são conhecidas como alta fermentação, possuem temperatura de fermentação mais elevada que as Lager, contêm maiores teores de malte e lúpulo, e no processo de fermentação a levedura sobe à superfície do tanque, sendo que o tipo de levedura utilizada é a *Saccharomyces cerevisiae*. O processo de alta fermentação auxilia no realce dos sabores mais complexos, com diversas características que vão desde o amargo ao doce e das claras às escuras (PAIVA, 2011; DRAGONE e SILVA, 2010).

3.3.2. Lager

As cervejas de baixa fermentação são da família Lager, a levedura utilizada para o processo de fermentação é a *Saccharomyces uvarum* que, durante o processo de fermentação se encontra no fundo do tanque e necessita de temperaturas mais baixas para sobreviver. As cervejas mais famosas da família Lager são as originárias da: Alemanha (Bock, München, Malzbier, Rauchbier) e República Tcheca (Pilsener ou Pilsen, Budvar) (PAIVA, 2011; DRAGONE e SILVA, 2010).

3.3.2.1. Pilsner ou Pilsen

Essa cerveja é originária da cidade de Pilsen, República Tcheca, este estilo foi criado em 1842 por Josef Grolle e ainda é o mais consumido pelo mundo. Nesta região a água é mole, o que possibilitou a produção de uma cerveja mais leve, com cor mais dourada e brilhante que as demais e uma espuma branca e cremosa, além disso, um grande diferencial foi a utilização de lúpulos mais agradáveis sensorialmente e a realização de uma fermentação em temperaturas mais baixas. Do grupo Pilsner se destacam os estilos: German Pilsner (Pils), Boemia Pilsener e Classic American Pilsner. Na metade do século XIX as cervejas Pilsner entraram na categoria das Light Lager. As Light Lagers possuem menor teor alcoólico que as

Ale, variando entre 4 e 6% ABV, elas não contêm ésteres frutados, são menos amargas, mais gasosas e refrescantes (MORADO, 2009; PAIVA, 2011; DRAGONE e SILVA, 2010).

3.4. MATÉRIA-PRIMA

As matérias primas básicas utilizadas no processo cervejeiro segundo a lei da Pureza, *Reinheitsgebot*, são água, malte e lúpulo, enquanto que o Decreto nº 6.871 do MAPA de 4 de junho de 2009 permite a utilização de corantes naturais, adjuntos como milho, arroz, xarope de glicose, acidificantes e estabilizantes. A lei da Pureza foi criada na região meridional da Alemanha (Bavária) não permitia o acréscimo de outros adjuntos, como acidulantes, estabilizantes, conservantes e cereais não maltados. O uso de clarificantes, flocos de aveia, milho, arroz, cevada, trigo, entre outros é permitido segundo a lei da pureza. A levedura não é considerado um aditivo na cerveja, pois sua função consiste em transformar os açúcares em álcool, não fazendo parte da composição final do produto (DRAGONE e SILVA, 2010).

3.4.1. Água

A água é o principal componente mais abundante da cerveja. A composição da água, como teor de sais, presença de compostos orgânicos e gasosos podem influenciar no odor e sabor da água, até mesmo nos processos químicos e enzimáticos que ocorrem durante a fermentação. No entanto, a água pode ser tratada por diferentes processos a fim de ser apropriada para a produção de tipos específicos de cerveja (DRAGONE e SILVA, 2010; DEEDS, 2013; REINOLD, 2014).

A água para produção de cerveja, além de ser potável deve possuir requisitos básicos para assegurar um pH desejável durante a mosturação (processo de produção do mosto), para extrair princípios amargos e aromáticos do lúpulo, para contribuir no desenvolvimento do aroma e do sabor e para garantir uma fermentação asséptica, devendo (VENTURINI Filho e CEREDA, 2001):

- ✓ Ser potável de boa qualidade físico-química e microbiológica, livre de qualquer sabor e odor estranho, transparente e incolor;

- ✓ Ser tratada para reduzir ou eliminar a matéria orgânica presente;
- ✓ Ter pH na faixa de 4 e 9 na alcalinidade máxima de 50 ppm;
- ✓ Possuir aproximadamente 50 ppm de cálcio.

Íons presentes na água podem ter efeitos no processo de produção e na qualidade da cerveja, devem estar em quantidade equilibrada exercendo apenas efeitos positivos como contribuir para a nutrição do fermento. Alguns efeitos notáveis dos íons estão resumidos na Tabela 01 (BOULTON e QUAIN, 2001):

Tabela 1 - Efeitos da composição iônica da água no processo de fermentação.

Íon	Efeitos
Amônia	Indicativa de contaminação por decomposição de matéria orgânica
Cálcio	Interage com fosfatos e proteínas ajudando a diminuir o pH (aumento da atividade enzimática), forma um mosto mais brilhante, ativa a amilase e a protease do mosto, promove a floculação da levedura na fermentação. Geralmente presente entre 50 e 100 ppm
Cobre	Em altas concentrações é tóxico para a levedura
Ferro	Além de ser tóxico para a levedura pode causar alterações na cor da cerveja
Magnésio	Também reduz o pH do mosto, é componente essencial para muitas enzimas, mas acima de 30 ppm pode gerar desagradável sabor amargo.
Manganês	Cofator da levedura e muitas enzimas do malte
Potássio	Pode gerar gosto de solução salina na cerveja
Sódio	Combinado com o cloreto contribui para a doçura
Zinco	Em concentrações maiores que 1 ppm inibe o crescimento das leveduras, mas em concentrações de 0,1 à 0,3 ppm estimula a fermentação
Bicarbonato	Em concentrações maiores que 100 ppm aumenta o pH do mosto e reduz a formação de extrato
Cloreto	Em concentrações superiores a 400 ppm pode gerar sabor de solução salina e acima 600 ppm pode inibir a fermentação
Nitrato	Precursor para a formação de nitrosaminas através da <i>Obesumbacterium proteus</i>
Fosfato	Nutriente para a levedura e contribui para a redução do pH quando interage com cálcio e magnésio
Sulfato	Ajuda na síntese do amido, melhora o sabor e a estabilidade da cerveja.

Fonte: BOULTON e QUAIN, 2001.

Algumas substâncias dissolvidas na água devem ter valores limitantes para a produção da cerveja, como mostra a Tabela 02 (KUNZE, 2006):

Tabela 2 - Compostos limitantes na água para produção de cerveja.

Compostos	Valor máximo (mg/L)
Nitrato	50
Cobre	2
Nitrito	0,5
Níquel	0,02
Benzeno	0,001
Produtos pesticidas	0,0001

Fonte: KUNZE, 2006.

3.4.2. Malte

O malte é resultado da germinação do grão de cevada em condições controladas, a fim de que haja produção de α e β amilases, que quebram o amido em açúcares fermentescíveis (DRAGONE e SILVA, 2010; OLIVEIRA, 2011).

O grão de malte é classificado como sendo de boa qualidade de acordo com o teor de extrato, relação entre nitrogênio solúvel e nitrogênio total e dureza do grão. A casca fornecida pelo malte auxilia na etapa de filtração para a clarificação do mosto. A fermentação, aroma, sabor, cor corpo e estabilidade do produto acabado dependem da composição do mosto (VENTURINI Filho e CEREDA, 2001; BRUNELLI, 2012).

A cevada é o cereal mais empregado na produção da cerveja, apesar de existirem outros tipos que também podem ser utilizados, tais como, milho, arroz e trigo. Abaixo são descritas algumas características que explicam a preferência desse cereal em detrimento dos outros (VENTURINI Filho e CEREDA, 2001; OLIVEIRA, 2011):

a) apresenta elevado teor de amido, tornando-a mais atrativa tanto em termos de custo e também pela facilidade de maltar quando comparada a outros cereais;

b) possui alto teor de enzimas quando maltada, as quais auxiliam no processo de fabricação do mosto, principalmente durante a formação dos açúcares a partir da quebra do amido;

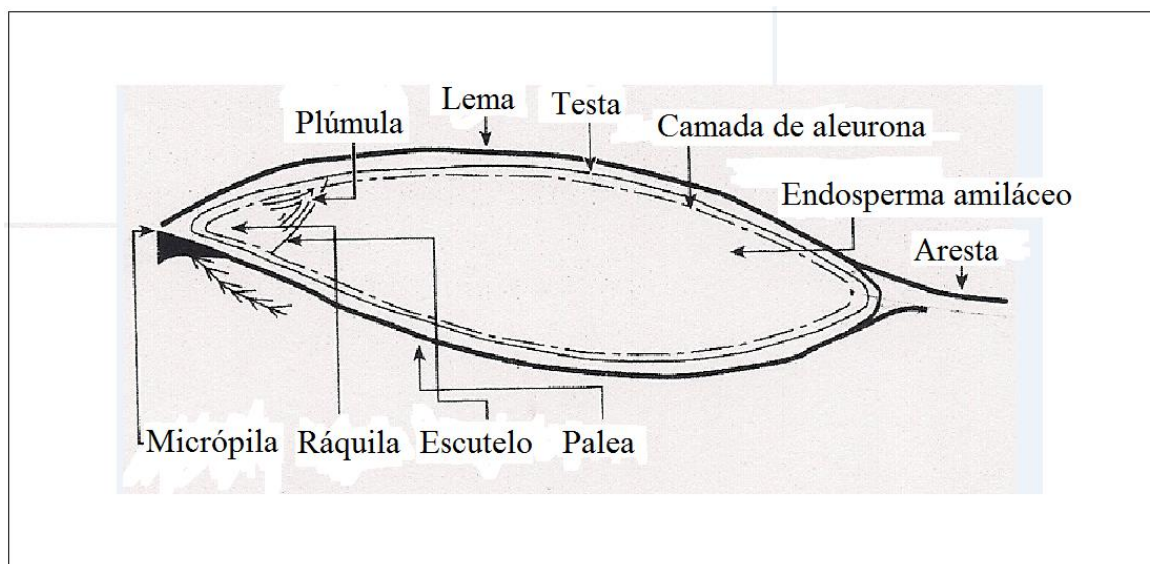
c) contém proteínas que auxiliam a estabilidade da espuma;

d) apresenta baixo teor de lipídeos, o que beneficia a estabilidade no sabor da bebida (VENTURINI Filho e CEREDA, 2001; OLIVEIRA, 2011)

O malte pode interferir na cor e sabor conforme o grau de secagem e de torrefação, sendo assim o melhor produto final depende da escolha e da combinação da ampla variedade dos grãos (MORADO, 2009).

Na Figura 01 é possível visualizar o do grão de cevada.

Figura 1 - Corte longitudinal do grão de cevada.



Fonte: VENTURINI Filho e CEREDA, 2001.

O embrião está na região do germe que contém uma estrutura chamada micrópila que possibilita a entrada de ar e água. Também há uma estrutura chamada escutelo entre o embrião e o endosperma que contribui na passagem das enzimas hidrolíticas (amilases, proteases, glucanases, etc.), de aminoácidos, açúcares e outras moléculas, do embrião para o endosperma. Para a produção de cerveja o ideal é que o grão apresente fácil brotamento e que as enzimas consigam hidrolisar todo o amido do malte (VENTURINI Filho e CEREDA, 2001).

Existem diversos tipos de maltes, os mais comuns são (MORADO, 2009):

- ✓ Lager: é de cor clara e tem aroma de cereal, usado predominantemente em cervejas tipo Lager;
- ✓ Pale Ale: sua cor é mais escura que o malte Lager, seu aroma lembra biscoito e é usado predominantemente em cervejas tipo Ale;
- ✓ Caramelo: a cor e aroma desse tipo de malte lembram açúcar queimado. Pode ser usado em diversos estilos;
- ✓ Chocolate: o nome é devido à cor que confere na bebida. Pode apresentar aromas de caramelo queimado, chocolate amargo ou café;
- ✓ Escuro: usado em cervejas escuras, como na Stout. Seu aroma lembra café torrado;
- ✓ Cevada torrada: seu sabor é bastante amargo, tem aroma intenso de café torrado e queimado.

3.4.3. Lúpulo

O lúpulo é uma planta dióica, ou seja, suas flores possuem ambos os sexos. As resinas e óleos essenciais presentes em maior proporção nos frutos e nas flores femininas são de maior interesse industrial. O lúpulo (*Humulus lupulus*) pertence a família *Cannabaceae*, é uma planta trepadeira que mede entre 5 e 7 metros, cresce durante a noite e produz um pequeno cone (ROQUE, 2003; MORADO, 2009; DRAGONE e SILVA, 2010).

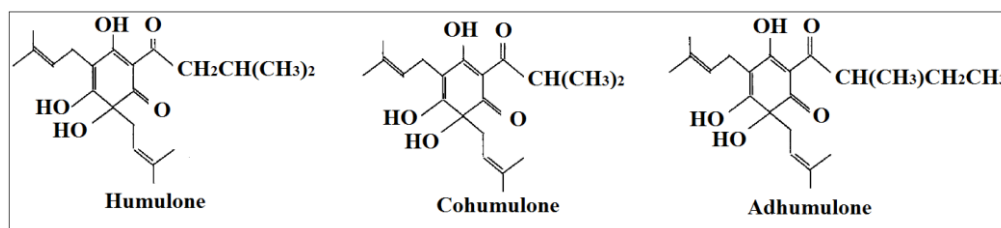
Na produção de 100 litros de cerveja são utilizados entre 40 a 300 gramas de lúpulo, conforme o tipo de cerveja. O lúpulo não altera o teor alcoólico nem o corpo da cerveja, suas principais qualidades são contrabalancear o sabor adocicado do malte, conservar e além de tudo conferir originalidade para a marca (MORADO, 2009).

As substâncias mais importantes e fundamentais do lúpulo para o processo são os óleos essenciais, as substâncias minerais, os polifenóis e as resinas amargas. As resinas e os óleos essenciais são os principais constituintes da lupulina. As resinas contém os alfa e beta-ácidos, o primeiro pode ser chamado de humulonas e o segundo de lupulonas (de menor importância). O teor de alfa-ácidos é uma característica das variedades do lúpulo e pode estar entre 2 e 15% do peso do mesmo. Durante a fervura as moléculas de alfa-ácidos sofrem isomerização e ficam sob a forma alfa-iso-ácidos. O caráter amargor do lúpulo é devido aos

ácidos isoalfas, que também apresentam ação antisséptica e contribuem para a estabilidade da espuma da cerveja (BOULTON e QUAIN, 2001; DRAGONE e SILVA, 2010; TANIGUCHI et al., 2014). Os compostos amargos do lúpulo possuem atividades bacteriostáticas, inibindo o crescimento de bactérias gram-positivas (KEUKELEIRE, 2000)

Os principais alfa-ácidos do lúpulo estão demonstrados na Figura 02.

Figura 2 - Estrutura dos alfa-ácidos presentes no lúpulo.



Fonte: BOULTON e QUAIN, 2001.

Os óleos essenciais do lúpulo apresentam mais de 250 componentes e representam entre 0,05 e 2% do peso do cone (constituente da flor do lúpulo), sendo responsáveis por conferir aroma e sabores característicos para a cerveja. O lúpulo rico em óleos são chamados de aromáticos e devem ser adicionados ao final da fervura por serem extremamente voláteis. Esses óleos essenciais são compostos por: hidrocarbonetos da família dos terpenos, ésteres, aldeídos, cetonas, ácidos e alcoóis (BOULTON e QUAIN, 2001; VENTURINI Filho e CEREDA, 2001).

Conforme a característica predominante do lúpulo ele pode ser classificado em lúpulo aromático ou de amargor. São comercializados em forma de flores secas (*in natura*), *pellet* ou em extratos (DRAGONE e SILVA, 2010).

Um parâmetro utilizado pelas cervejarias, para cada estilo é a determinação do amargor, este valor é expresso em IBU (International Bitterness Units) e o cálculo desta unidade é utilizado para avaliar e ajustar o amargor da cerveja (HIERONYMOS, 2012).

3.4.4. Adjuntos

Adjuntos podem ser considerados como fontes não maltadas de açúcares fermentescíveis ou não fermentescíveis que ajudam a complementar o substrato de fermentação, sendo adicionados na fase de preparação do mosto. Entre as fontes de açúcares não fermentescíveis estão os cereais: arroz, milho, trigo, sorgo, aveia, centeio e triticale; e ainda batata e mandioca. O amido presente no adjunto é hidrolisado em açúcares fermentescíveis por meio da ação das enzimas presentes no próprio malte (DRAGONE e SILVA, 2010).

Adjuntos também podem estar na forma de açúcares fermentescíveis cristalizados ou na forma de xaropes, os quais contêm baixo teor de proteína e que não requerem sacarificação. Devido aos altos teores de glicose podem causar um efeito de inibição do fermento, retardando a taxa de fermentação, contudo xaropes de maltose não alteram o perfil de carboidratos do mosto, evitando as eventuais dificuldades na preparação do mosto, na fermentação e na maturação (DRAGONE e SILVA, 2010).

Outros adjuntos ainda estão sendo estudados, como a beterraba, banana, pinhão, frutas, caldo de cana e mel. Além da utilização de aromatizantes: rosas, chocolate, cravo, gengibre, pimenta, cereja, morango, kiwi, framboesa, maçã, abacaxi e até mesmo limão (DRAGONE e SILVA, 2010; SOUZA, 2013).

Outros ingredientes na fabricação da cerveja podem resultar em uma bebida de personalidade única. Geralmente com a adição da fruta ou do seu suco é realizada uma segunda fermentação, o que contribui para incorporar novos sabores à bebida. Cervejas do estilo "Fruit Beer" são bem aceitas no mercado europeu (DRAGONE e SILVA, 2010).

Adjuntos não são usados apenas como forma de economia por serem mais baratos que o malte, mas também podem contribuir para a cor, sabor e estabilidade da espuma. Acrescentar adjunto possibilita uma redução no teor de nitrogênio (proteína) solúvel do mosto, ajudando a diminuir a ocorrência de contaminação láctica na cerveja, contribuindo assim para um aumento da vida útil. Geralmente cervejas com adjuntos são mais leves, mais claras e brilhantes (VENTURINI Filho e CEREDA, 2001).

Nas Tabelas 03 e 04 é possível comparar as características químicas dos adjuntos amiláceos e açucarados.

Tabela 3 - Características de alguns adjuntos amiláceos.

	Umidade (%)	Extrato (% ps)	Proteína (% ps)	Lipídio (% ps)	Temp. de gomificação (°C)	Cozimento
"Grits" de milho	12	90	9,5	0,9	62-74	sim
"Grits" de arroz	12	92	7,5	0,6	61-78	sim
Amido de milho refinado	11	103	0,5	0,05	62-74	sim/não
Farinha de trigo	11	86	8,5	0,76	58-64	sim/não
Cevada torrada	6	72	14,5	1,6	-	não
Flocos de milho	9	83	9,5	0,9	-	não

Fonte: VENTURINI Filho e CEREDA, 2001.

Tabela 4 - Composição de adjuntos açucarados.

	Extrato (%)	Glucose (% ps)	Frutose (% ps)	Sacarose (% ps)	Maltose e maltotriose (% ps)	Açúcares não fermentáveis (% ps)
Açúcar comum	102	0	0	100	0	0
Açúcar invertido	84	50	50	0	0	0
Xarope de milho (alta glucose)	82	43	0	0	37	20
Xarope de milho (alta maltose)	82	3	0	0	72	25

Fonte: VENTURINI Filho e CEREDA, 2001.

3.4.5. Leveduras

As leveduras são fungos unicelulares, e reproduzem-se geralmente por brotamento. As leveduras utilizadas na produção de cerveja pertencem à espécie *Saccharomyces cerevisiae*, também pertencem a esta espécie, as leveduras alcoólicas outrora classificadas como *S. uvarum* e *S. carlshengiensis* (VENTURINI e CEREDA, 2001). Para cervejas tipo ale as cepas utilizadas são *S. cerevisiae*, que geralmente fermentam em temperaturas entre 18 e 22 °C de 3 a

5 dias e, para cervejas tipo lager são utilizadas as cepas *S. uvarum* (*carlsbergensis*) que fermentam em temperaturas entre 7 e 15 °C de 7 à 10 dias (DRAGONE e SILVA, 2010).

A utilização de leveduras na produção de cerveja está relacionada à sua capacidade de transformar o açúcar em álcool. O açúcar é a fonte de alimento das leveduras e o produto final dessa linha metabólica é a produção de álcool e gás carbônico, além de outros componentes que dão as características da cerveja. Ele é classificado em fermentação do tipo alta e baixa, que são diferenciadas pela temperatura da fermentação, quantidade de álcool produzida e disposição das leveduras no final da fermentação (DRAGONE e SILVA, 2010).

O tipo de levedura utilizada na fabricação da cerveja pode modificar suas características, inclusive seu sabor. O principal produto da levedura é o etanol, esse álcool tem pequeno impacto no sabor comparado com a concentração de outros produtos de excreção formados durante a fermentação (DRAGONE e SILVA, 2010).

Existem algumas diferenças entre as duas cepas, a lager *S.uvarum* contém a enzima α -galactosidase (melibiase) que tem a capacidade de fermentar o açúcar melobiose, transformando-o em glicose e galactose. A formação desse dissacarídeo junto com a frutose forma o trissacarídeo rafinose, que pode ser integralmente metabolizado pela cepa. Já a cepa *S. cerevisae* consegue fermentar apenas um terço da rafinose, sendo somente a frutose metabolizável (PAIVA, 2011).

A *Sacchoromyces* é um fungo que se reproduz assexuadamente por divisão celular, podendo viver e crescer com, ou sem oxigênio, devido ao processo conhecido como fermentação, porém o uso de oxigênio ajuda a sintetizar esteróis e ácidos graxos insaturados para a biossíntese da membrana celular, que contribui para processar os açúcares. A levedura não consegue se reproduzir tão rapidamente sem o oxigênio, sendo ele um fator limitante, porque a reprodução é inexistente quando os níveis de esteróis se esgotam, assim, para garantir uma boa fermentação é necessário garantir oxigênio suficiente (PALMER, 1999).

Além de açúcar, oxigênio e nitrogênio, a levedura necessita de nutrientes como aminoácidos e lipídios para se desenvolver e, também, de alguns minerais como cálcio, magnésio e zinco, que são necessários durante o metabolismo (PALMER, 1999).

Levedura selvagem é qualquer levedura diferente da levedura de cultivo utilizada na elaboração da bebida, que são originadas de diferentes fontes, podendo ser do gênero: *Brettanomyces*, *Candida*, *Debaromyces*, *Hansenula*, *Kloeckera*, *Pichia*, *Rhodotorula*,

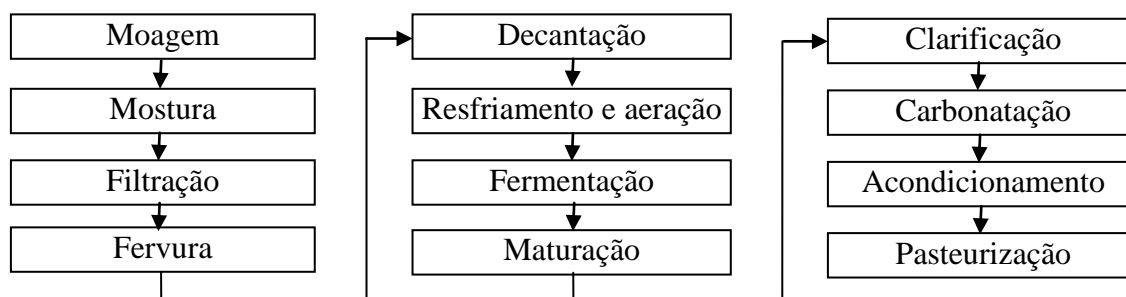
Torulaspota e Zygosaccharomyces. As leveduras selvagens podem ser consideradas como contaminantes e, se forem do tipo cervejeira os problemas encontrados serão na velocidade de fermentação, atenuação final, floculação e sabor, já as leveduras não cervejeiras podem disputar pelos constituintes do mosto, podendo produzir substâncias *off flavor* (DRAGONE e SILVA, 2010).

Alguns estilos de cervejas utilizam leveduras selvagens na fermentação com o objetivo de manter determinada característica sensorial, como no caso das "lambics" que utilizam a *Brettanomyces* (PAIVA, 2011).

3.5. PROCESSAMENTO DA CERVEJA

Na Figura 03 é possível visualizar as etapas do processamento da cerveja.

Figura 3 - Etapas do processo de fabricação da cerveja



Fonte: Adaptado de VENTURINI Filho e CEREDA, 2001; ESAC, 2010.

3.5.1. Moagem

A moagem do malte visa proporcionar aceleração do processo de transformações físico-químicas e obtenção de maior rendimento pela rápida extração dos componentes do malte. A exposição do amido contribui para a ação das enzimas presentes no malte, então, para uma boa moagem deve-se expor todo o endosperma do grão e triturá-lo de maneira que não haja a formação de farinha do mesmo (granulometria muito fina), podendo isso produzir uma grande quantidade de pasta dentro da solução e prejudicar o processo de filtração (PAIVA, 2011; DRAGONE e SILVA, 2010).

O moinho pode ser tipo martelo ou rolos, a diferença básica é que o moinho de martelo reduz o malte praticamente a pó, assim a separação do mosto é feita em filtro prensa. O tipo de moinho a ser utilizado varia em função do grau de modificação do malte. Geralmente em grãos que passaram por algum tipo de maceração prévia estão com a textura mais mole, neles são utilizados moinhos de dois rolos, já em grãos mais duros utiliza-se moinho de seis rolos. A moagem também pode ser feita com malte umidificado, com água ou vapor, isso contribui para uma casca mais íntegra e um ganho na velocidade durante a filtração (MORADO, 2009; VENTURINI Filho e CEREDA, 2001).

3.5.2. Brassagem

Brassagem ou Mostura é a incorporação de água no malte moído e submissão a rampas em diferentes temperaturas, de acordo com um programa pré-estabelecido. Esse processo tem como objetivo promover a condição ideal para hidrólise do amido e solubilização dos compostos, produzindo um meio aquoso passível de sofrer fermentação (VENTURINI Filho e CEREDA, 2001; DRAGONE e SILVA, 2010, DEEDS, 2013).

A α e β amilases geradas durante a maltagem convertem o amido em açúcares fermentescíveis (maltose, glicose e maltotriose) e dextrina não fermentável. Ainda há geração de proteases que agem no início da brassagem e quebram as proteínas em peptídeos e aminoácidos. As fosfatases liberam íon fosfato orgânico para o mosto e as betaglucanases merecem destaque por agirem em uma goma presente nas paredes celulares do endosperma do grão, o betaglucano, que causa dificuldades durante a filtração (VENTURINI Filho e CEREDA, 2001).

A mostura é realizada em tanques de aço inoxidável com agitadores e controladores de temperatura, geralmente há a correção do pH inicial com a adição de ácido láctico ou tamponado com cloreto de cálcio na proporção de 1,26 g/kg, para ajustar o pH em 5,4 (DRAGONE e SILVA, 2010).

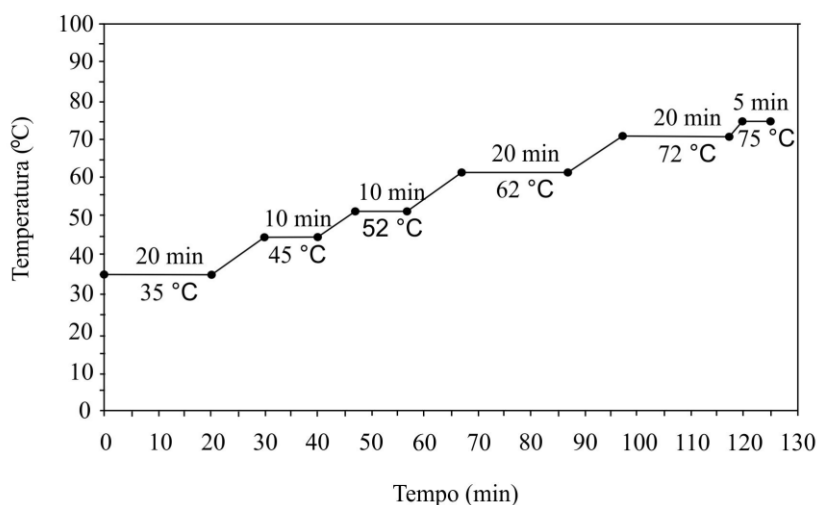
A seguir estão relacionadas algumas temperaturas (MORADO, 2009):

- ✓ Entre 40 e 45 °C: Algumas enzimas possuem ação nesta faixa de temperatura como as betaglucanases e outras celulasas, que irão contribuir para a solubilização futura do amido;

- ✓ Entre 50 e 55 °C: Há a formação de peptídeos e aminoácidos devido à lise de algumas proteínas do malte. As enzimas proteolíticas contribuem para a exposição do amido ao ataque das enzimas de sacarificação, justamente por agirem no envoltório do grão que contém proteínas, assim nesta faixa de temperatura é possível regular o brilho da cerveja;
- ✓ Entre 60 e 72 °C: As principais enzimas nesta etapa são a alfa-amilase e beta-amilase, atuam na estrutura do amido, mas possuem temperatura ótima diferente;
- ✓ Entre 75 e 78 °C: Inativação enzimática. As enzimas devem ser inativadas evitando que continuem sua atividade durante o processo de filtração.

A variação da temperatura e do tempo geralmente empregados estão de acordo com a Figura 04.

Figura 4 - Variação da temperatura em função do tempo durante o processo de mosturação.



Fonte: DRAGONE e SILVA, 2010.

No término da mostura é realizado um teste com solução de iodo 0,2 N para verificar se houve uma hidrólise completa do amido, neste teste deve haver ausência de coloração roxo-azulada (DRAGONE e SILVA, 2010).

3.5.3. Filtração

A filtração visa separar mosto líquido da parte sólida que compreende a parte fibrosa do malte. Esse processo ocorre em uma tina de filtração na qual possui um fundo falso de sustentação da parte fibrosa e insolúvel do malte que atua como elemento filtrante (VENTURINI Filho e CEREDA, 2001; DRAGONE e SILVA, 2010).

O elemento filtrante é por fim lavado com determinada quantidade de água na temperatura aproximada de 75 °C, nesta temperatura o desenvolvimento microbiano está bloqueado e não há risco de extrair outras substâncias do mosto, como os taninos da casca. Essa ação possibilita uma maior extração de açúcar do mosto, aumentando o rendimento final (VENTURINI Filho e CEREDA, 2001; DRAGONE e SILVA, 2010).

3.5.4. Fervura

A fervura é realizada a temperatura de 100 °C, entre 1 e 2 horas, sendo a fase na qual é adicionado o lúpulo. Esta operação tem a finalidade de (PAIVA, 2011; DRAGONE; SILVA, 2010; ESAC, 2010):

- ◆ Solubilização e transformação das substâncias amargas do lúpulo;
- ◆ Eliminação de substâncias voláteis indesejáveis;
- ◆ Esterilização do mosto;
- ◆ Precipitação de proteínas de peso molecular elevado;
- ◆ Obtenção de cor, sabor e aroma;
- ◆ Fixação da concentração final do mosto.

Após a ebulição, é necessária a separação do precipitado protéico e dos componentes do lúpulo não solubilizados do mosto quente. Antes do mosto, já lupulado, entrar para as cubas de fermentação, o mesmo é arrefecido até uma temperatura de cerca de 9°C e arejado em condições estéreis (ESAC, 2010).

O surgimento de uma cor mais intensa é devido a Reação de Mailard (reação de aminoácidos com açúcares) pela obtenção das melanoidinas e, também, devido à caramelização dos açúcares e a reação do tanino do lúpulo com as proteínas, esta reação forma

um coágulo que é eliminado do mosto na forma de "trub", um resíduo semelhante a lodo (PAIVA, 2001; VENTURINI Filho e CEREDA, 2001).

Na maioria das vezes o lúpulo é adicionado em até três etapas durante a fervura, a fim de evitar amargor excessivo e evitar a perda dos componentes voláteis responsáveis pelo aroma e sabor característicos (VENTURINI Filho e CEREDA, 2001).

3.5.5. Decantação, resfriamento e aeração do mosto

Decantar o mosto promove a retirada do "trub", quando isso não ocorre pode-se obter uma cerveja com aspecto sensorial desagradável, com cor mais escura e uma espuma desestabilizada. O "trub" é composto pelo bagaço do lúpulo, polifenóis e minerais, ele é retirado em tanques de decantação denominados "whirlpool" (PAIVA, 2011).

Logo após realiza-se o resfriamento do mosto, normalmente realizado em trocadores de calor. Isso se faz necessário para que haja uma temperatura favorável para a inoculação da levedura (PAIVA, 2011).

Apesar do processo de fermentação alcoólica ser um processo anaeróbio, o crescimento da levedura é realizado através do metabolismo oxidativo, assim a aeração inicial do mosto é de extrema importância, pois as células necessitam de oxigênio para a síntese de ácidos carboxílicos insaturados e esteróis, que são componentes das membranas intracelulares (PAIVA, 2001).

3.5.6. Fermentação

A quantia de células para um processo fermentativo adequado é da ordem de 10^6 a 10^8 células/ml, podendo o fermento ser utilizado entre quatro a seis ciclos fermentativos, desde que sejam tratadas com soluções ácidas para ir eliminando possíveis contaminantes e seleção de células viáveis, segundo o sistema Melle-Boinot-Almeida (DRAGONE e SILVA, 2010).

A fermentação consiste na transformação dos açúcares presentes no mosto em dióxido de carbono (CO_2) e etanol, através da levedura sob condições anaeróbias. Contudo durante o metabolismo da levedura ainda há a formação de outros subprodutos, estes podem

produzir aromas desagradáveis e reduzir o rendimento da fermentação. Desta forma é imprescindível o controle de temperatura, tempo, contrapressão, escolha da levedura adequada e quantidade da mesma, pH e aeração (SHULER & KARGI, 2002; MORADO, 2009; FELIPE, 2010; LIMA, BASSO e AMORIN, 2011).

No início da fermentação a concentração de açúcares presentes está elevada, sendo que os principais açúcares fermentáveis são a maltose e a glicose. Para a levedura iniciar a fermentação o mosto contém oxigênio que é considerado o nutriente inicial; outros nutrientes também serão muito importantes, como os aminoácidos e alguns minerais (MORADO, 2009).

A fermentação alcoólica ocorre geralmente em sistema de batelada em fermentadores de aço inoxidável, podendo ser utilizadas leveduras de alta (Ale) ou baixa (Lager) fermentação. No processo de alta fermentação, inicialmente a levedura é inoculada entre 14 e 18 °C, depois a temperatura é elevada para até 25 °C durante 36 horas, após isso, a temperatura é reduzida para 17 °C durante 72 horas de fermentação. Já no processo de baixa fermentação, a temperatura inicial varia de 6 a 11 °C, depois é elevada para até 15 °C de três a cinco dias, como esse processo é lento, a fermentação pode durar até 10 dias (VENTURINI Filho e CEREDA, 2001; DEEDS, 2013).

Além do etanol há formação de alcoóis superiores e ésteres, que conferem características frutadas em determinadas cervejas. A produção de diacetil é uma substância produzida no início da fermentação e consumida ao final desta, sua presença é responsável na formação e eliminação dos aromas, podendo gerar um aroma indesejável de manteiga na cerveja (MORADO, 2009; DRAGONE e SILVA, 2010; DEEDS, 2013).

Pode ocorrer, ainda, a formação de compostos indesejáveis devido à contaminação microbiológica ou mutações acumuladas no reator, assim deve-se ter extremo cuidado em toda a fase fria desse processo e controle na reutilização do fermento, estando a levedura em boas qualidades microbiológicas (MORADO, 2009).

3.5.7. Maturação

A maturação, também chamada de fermentação secundária, é o armazenamento da cerveja em temperaturas inferiores às de fermentação, é chamada por muitos como "afinamento" da cerveja, devido as grandes mudanças físico-químicas (MORADO, 2009).

Durante a maturação ocorrem: sedimentação da levedura e de outros componentes (contribuindo com a clarificação), saturação da cerveja com gás carbônico, melhoramento do odor e sabor (redução do diacetil, acetaldeído e ácido sulfídrico, com aumento do teor de ésteres) e a cerveja se mantém no estado reduzido (evita que ocorram oxidações). Nesta fase podem-se utilizar aditivos para melhorar cor, sabor, odor e conferir estabilidade (VENTURINI FILHO; CEREDA, 2001).

O diacetil (2,3-butanodiona) que foi formado na etapa anterior será reduzido pela enzima diacetilredutase durante a maturação, em 2,3-butilenoglicol, assim o diacetil é reduzido ou eliminado da cerveja. Em determinadas cervejas pode-se observar maiores concentrações deste composto, sendo muitas vezes desejado, seu sabor pode ser detectado pelo homem a partir de 0,07 mg/L (PAIVA, 2011; DRAGONE; SILVA, 2010).

É necessário que a cerveja contenha um pouco de extrato fermentável e aproximadamente 2 a 5.10^6 células/mL de leveduras viáveis para que ocorra a fermentação secundária. Normalmente o método de maturação é definido pelo tipo de levedura, mas na maioria das vezes, a temperatura utilizada é em torno de 0 °C de 2 a 4 semanas, variando também conforme o estilo (VENTURINI FILHO; CEREDA, 2001).

No início da maturação, a maior parte dos açúcares foi metabolizada e transformada em álcool etílico, dióxido de carbono, glicerol, ácido acético, alcoóis superiores e ésteres. Os ésteres são responsáveis pelo aroma e sabor que caracterizam a cerveja, os mais predominantes são o acetato de etila e o acetato de amila (DRAGONE; SILVA, 2010).

3.5.8. Clarificação

Clarificação é a operação que dá à cerveja a sua limpidez eliminando os últimos elementos de turvação ainda em suspensão. Consiste em bombear o líquido através de um meio filtrante adequado. A cerveja filtrada é então armazenada em tanques, estando assim pronta a ser enviada para o enchimento (DRAGONE e SILVA, 2010).

Agentes clarificantes podem ser empregados, como: a cola de peixe (ictiocola ou *isinglass*); ácido tânico; silicatos e a sílica gel. Estes, pela presença de cargas, facilitam a etapa de filtração (DRAGONE e SILVA, 2010).

A filtração confere um acabamento brilhante para a cerveja, eliminando quase totalmente as leveduras restantes. Alguns cuidados devem ser tomados durante a filtração, como a entrada de ar (oxigênio), a perda de gás carbônico e a contaminação microbológica. O filtro com terra diatomácea atualmente é o mais utilizado pelas cervejarias, podendo ser do tipo folhas horizontais ou folhas verticais, onde a filtração apenas é iniciada após a formação de uma pré-camada de terra diatomácea de 1,5 mm de espessura sobre a malha de cada filtro (VENTURINI Filho e CEREDA, 2001; DRAGONE e SILVA, 2010).

3.5.9. Carbonatação

A carbonatação permite corrigir o conteúdo de CO₂ em cervejas que apresentam um valor inferior ao desejado. O desejado é 0,196% CO₂ em peso ou 0,4 kg CO₂ por hL, pois a solubilidade do dióxido de carbono na cerveja é geralmente medida em volume de CO₂ por volume de cerveja, em condições normais de temperatura e pressão. Cervejas prontas para o consumo contêm entre 2 e 3 volumes de CO₂ (DRAGONE e SILVA, 2010).

A refermentação é uma etapa opcional e realizada apenas em cerveja não pasteurizada. Este processo visa enriquecer o produto com componentes aromáticos, aumentar o teor alcoólico e produzir carbonatação em cerveja artesanais (MORADO, 2009).

3.5.10. Acondicionamento e Pasteurização

A etapa final da produção de cerveja é o engarrafamento, podendo a cerveja ser acondicionada em diferentes embalagens, como garrafas de vidro, barris ou latas de alumínio (MORADO, 2009; DRAGONE e SILVA, 2010).

Antes ou após o enchimento é necessário proceder à estabilização biológica da cerveja. Esta operação poderá ser efetuada a frio (filtração esterilizante) ou a quente, recorrendo-se, então, a pasteurização. A pasteurização pode ocorrer antes do engarrafamento através do sistema flash com uso de trocadores de calor; ou após a bebida ser introduzida na embalagem em pasteurizadores de túnel (DRAGONE e SILVA, 2010).

Quanto à exposição à luz, o comprimento de onda mais prejudicial para a cerveja são os inferiores a 550 nm. A luz favorece reações fotoquímicas, atuando sobre componentes do

lúpulo. Garrafas de vidro âmbar são as melhores, oferecem proteção de acordo com a sua intensidade de cor. Garrafas de vidro verde protegem muito pouco e garrafas incolores não protegem a cerveja da ação da luz, diferentemente das latas metálicas que oferecem completa proteção para a bebida. A cerveja escura possui seu próprio meio de proteção (VENTURINI FILHO; CEREDA, 2001).

O chope não passa pelo processo de pasteurização, é considerado uma cerveja não pasteurizada, possui vida útil inferior e deve ser armazenado em temperaturas frias (0 a 5 °C) em barris de aço inoxidável (PAIVA, 2011).

3.6. PROPRIEDADES E COMPOSIÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DA CERVEJA

Os atributos sensoriais de uma cerveja estão ligados diretamente ao seu grau de excelência. Uma boa bebida depende de muitos fatores, como, matérias-primas utilizadas, equipamentos e processamento (VENTURINI Filho e CEREDA, 2001).

São predominantes o amargor do lúpulo e o sabor do malte, adjuntos suavizam ou aumentam o sabor do malte. Sendo importantes características sensoriais como rusticidade ou suavidade, calor ou frieza, pungência ou brandura, também influenciam na percepção (VENTURINI Filho e CEREDA, 2001).

A presença de proteínas, melanoidinas, entre outras macromoléculas são responsáveis pelo aumento viscosidade, conferindo corpo à bebida. A adstringência, que também é propriedade apresentada ao sabor, está relacionada com os polifenóis, melanoidinas e ao aminoácido prolina, que é o principal composto encontrado na cerveja (VENTURINI Filho e CEREDA, 2001).

Durante o metabolismo são produzidos aproximadamente 700 compostos diferentes, como resultado do metabolismo celular. A presença destes compostos influenciam diretamente no sabor e aroma da bebida, mesmo que a maioria sejam imperceptíveis devido a seu nível baixos de concentração (VENTURINI Filho e CEREDA, 2001).

A cerveja tem muitas características, mas as principais que devem ser analisadas são: aparência, aroma, sabor e textura (MORADO, 2009).

3.6.1. Aparência

No caso da aparência, os aspectos relevantes são a cor, a espuma e a transparência. O tipo de malte e seu grau de torrefação são os fatores que mais interferem na cor. As escalas normalmente utilizadas para classificação da cor são: EBC, europeia (*European Brewing Convention*) e a SRM, americana (*Standard Reference Method*). A escala EBC classifica como cerveja escura a que tiver 20 ou mais unidades EBC, e como cerveja clara a que tiver cor inferior a 20 unidades. A escala SRM usa a espectrofotometria e equivale a aproximadamente 40% dos valores EBC. Na Tabela 05 estão relacionados alguns estilos de cervejas com seus respectivos valores aproximados SRM (MORADO, 2009).

Tabela 5 - Classificação SRM

Cor	Exemplo de estilo	SRM
Água	-	0
Amarelo-palha	Lite American Lager, Berliner Weisse	2-3
Amarelo	German Pilsner	3-4
Dourado	Dortmunder Export	5-6
Âmbar	Maibock / Helles Bock	6-9
Cobre-claro	California Common Beer	10-14
Cobre	Dusseldorf Altbier, Roggenbier	14-17
Marrom-claro	Roggenbier	17-18
Marrom	Southern English Brown Ale	19-22
Marrom-escuro	Robust Porter, Oatmeal Stout	22-30 +
Marrom muito escuro	Sweet Stout	30-35 +
Preto	Foreign Extra Stout	35 +
Preto opaco	Russian Imperial Stout	40 +

Fonte: MORADO, 2009.

A espuma é formada pela aglutinação de CO₂ e moléculas de proteínas que produz uma superfície elástica que cobre pequenas bolhas. A presença da espuma é determinada pela quantidade de proteínas, temperatura e pressão, acondicionamento e pelo recipiente em que a

bebida é servida. As bolhas na espuma carregam compostos aromáticos sendo importante nas sensações gustativas. Para melhor sensação gustativa é desejável que a espuma apresente poros finos, seja brilhante, mais clara que o líquido e consiga permanecer de 2 a 3 minutos após servida. Há diferentes espumas para cada tipo cerveja (MORADO, 2009).

A transparência depende do processo de filtração do produto final. Essa característica completa o exame visual da bebida, mas não tem relação direta com a cor (MORADO, 2009).

3.6.2. Aroma

A produção da cerveja pode realçar alguns aromas, depende do conhecimento daquele que a produz, podendo a bebida apresentar aroma de banana, pão, lúpulo, mel, caramelo, café, biscoito, milho, flores, chocolate, ácido, frutas, enfim, uma infinidade de notas, que podem ser utilizadas como certificado de autenticidade da marca ou produtor (MORADO, 2009).

Aromas fornecem sinais importantes sobre o produto, como é o caso do cheiro de banana (acetato de isoamila), que não gera problema, já o cheiro de maçã verde indica uma possível oxidação causada pela presença de acetaldeído. Na Tabela 06, apresentam-se os possíveis aromas encontrados e as prováveis causas (MORADO, 2009).

Tabela 6 - Possíveis aromas encontrados em cervejas.

Aroma	Causa provável	Comentário
Vinho, frutado	Presença de ésteres	Aceitável nas Ale, péssimo nas Lager
Papel/Papelão	Oxidação	Comum em cervejas vencidas
Sabão	Levedura em mau estado, autólise das células de levedura	Desagradável em qualquer cerveja
Queijo	Lúpulo velho ou conservado inadequadamente	Presente em alguns estilos; normalmente indesejável
Banana, maçã, pera, pêssego	Ésteres provenientes da fermentação	Comum em todas as cervejas, em especial nas Ale
Leite azedo	Fermentação por bactérias lácticas	Indesejado na maioria dos estilos
Maçã verde	Oxidação ou condições de fermentação inadequadas	Normalmente indesejado quando em excesso
Remédio	Contaminação da água de produção com cloro	Indesejado
Couro	Exposição ao oxigênio, também produzido por leveduras diferentes das típicas de cultivo	Presente em alguns estilos, porém normalmente indesejado
Milho	Fervura do mosto deficiente ou contaminação microbiológica	Indesejado
Manteiga	Presença de diacetil, composto formado pela levedura durante a fermentação ou eventualmente por microrganismos contaminantes	Aceitável (se leve) nas Ale, péssimo nas Lager
Borracha	Autólise	Indesejado

Fonte: MORADO, 2009.

3.6.3. Palatabilidade

Uma característica fundamental é a sensação amarga que provém do lúpulo. O lúpulo contém um grupo de componentes chamados de iso-alfa-ácidos que, dependendo da quantidade, realça a secura e o amargor da bebida. A unidade usada internacionalmente para medir a intensidade de amargor é a IBU (*International Bitterness Units*), que não fornece

informações de sabor, apenas é um guia de intensidade de amargor. É um dado de grande importância para saber a quantidade de lúpulo necessária, pois quanto mais intenso for o sabor "adocicado" de malte, maior deverá ser a quantidade adicionada de lúpulo. Cervejas entre 10 a 15 IBU apresentam menos sabor e entre 40 a 60 IBU apresentam um caráter forte de lúpulo, o qual é raramente ultrapassado (MORADO, 2009).

Em concentrações inferiores a 6% por volume geralmente o álcool não é percebido, além de favorecer o sabor e intensificar o aroma. Em altas quantidades, pode mascarar sabores e cheiros, podendo provocar queimações no paladar e esconder boas qualidades (MORADO, 2009).

3.7. LEGISLAÇÃO

Segundo o Decreto nº 6.871 de 4 de junho de 2009, artigo 36 define cerveja como (BRASIL, 2009).

“Bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo.”

O Decreto nº 6.871 de 4 de junho de 2009 permite a utilização de matérias primas similares na produção de cerveja, ou ainda a substituição do malte e lúpulo pelos seus respectivos extratos, mas tais extratos devem ter composição muito semelhante a matéria prima original quando hidratado. O decreto ainda permite a substituição parcial do extrato primitivo (malte) não superior a 45%, quando esses substituídos são açúcares de origens vegetais, como xarope de milho e arroz por exemplo (BRASIL, 2009).

Quando não são de origem vegetal a restrição para utilização é diferente para cada tipo de cerveja sendo (BRASIL, 2009):

- Cerveja clara, menor ou igual a 10% em peso;
- Cerveja escura, menor ou igual a 50% em peso, podendo conferir ao produto acabado as características de adoçante;
- Cerveja extra, menor ou igual a 10% do extrato primitivo.

Apesar de a legislação brasileira ser bem mais branda que a lei da pureza de Bavária, alguns tipos de substâncias não podem ser utilizados na fabricação e composição final da

cerveja, como não ser permitido a adição de álcool de qualquer tipo, a utilização de saporíferos ou qualquer produto não autorizado para a produção de espuma. Não é permitido substituir o lúpulo ou seu extrato por qualquer outro componente que dê características de amargor, adição de água fora da etapa produtiva (caracteriza adulteração), adição de aromatizante, flavorizante e/ou corantes e edulcorantes sintéticos. Efetuar estabilização ou conservação microbiológica por processo químico ou a utilização de estabilizantes químicos não autorizados também são vetados (BRASIL, 2009).

3.8. EUGENIA PYRIFORMIS CAMBESS

A espécie *Eugenia pyriformis* Cambess, pertence à família Myrtaceae, sendo conhecida como uvalheira, uvalha ou uvaia, é uma árvore de seis a treze metros de altura, apresenta copa arredondada, tronco geralmente ereto, com 30 a 50 centímetros de diâmetro. A uvaia contém flores solitárias, de coloração branca que florescem nos meses de agosto a setembro, apresentando início de maturação dos frutos em setembro, prolongando-se até novembro. Esta espécie apresenta frutos, drupas globosas de coloração amarela, deiscentes, carnosos, detentores de uma a três sementes com tegumento de coloração castanha, cotilédones carnosos e justapostos (LORENZI, 1998; ANDRADE e FERREIRA, 2000).

Estudos químicos com espécies de *Eugenia* revelaram a presença de flavonóides, taninos, terpenóides e óleos essenciais, enquanto que, estudos do ponto de vista farmacológico realizados com extratos brutos e compostos, comprovaram atividade anti-inflamatória, analgésica, antifúngica, antipirética, hipotensiva, antidiabética, antidiarreica, antireumática e antioxidante (SOUZA, 2013a).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. FORMULAÇÃO

As matérias-primas utilizadas para a fabricação da cerveja foram adquiridas na Arte Brew – Cerveja Artesanal, situada na cidade de Campinas-SP, exceto a água . Para cada lote de 8 litros foram utilizadas as quantias apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7 - Matérias-primas utilizadas na produção da cerveja artesanal e suas respectivas quantidades

Ingrediente	Quantidade
Malte pilsen	2000 g
Água	10 L
Xarope de glicose	56 g
Fermento(<i>S. Uvarum</i>)	2,5 g

Fonte: próprio autor, 2017

Os lotes diferenciavam-se em relação a quantidade de lúpulo e extrato de malte, conforme a Tabela 8.

Tabela 8 - Quantidades de lúpulo de amargor, aromático e extrato de uvaia utilizado em cada tratamento.

Tratamento	Quantidade de lúpulo de amargor(g)	Quantidade de lúpulo aromático(g)	Quantidade de extrato de uvaia (g)
Controle	4,00	2,50	0,00
10% substituição	3,60	2,25	0,65
20% substituição	3,20	2,00	1,30
30% substituição	2,80	1,75	1,95

Fonte: próprio autor, 2017

4.2. PROCESSO PRODUTIVO

4.2.1. Moagem do malte

Os grãos de cevada maltada (malte) foram moídos (1 kg de malte) a fim de se obter uma quebra no grão e exposição do endosperma para extração dos açúcares. Por se tratar de uma produção caseira, a moagem foi realizada em um moinho de disco.

4.2.2. Mosturação

Nessa etapa, o malte moído foi adicionado a 3,0L de água mineral, em uma panela com capacidade de 15L. O controle da temperatura é essencial nesta etapa sendo realizado de forma manual e utilizando um termômetro tipo espeto. As rampas de temperatura e tempo estão apresentadas na Tabela 9.

Tabela 9 - Escalas de temperaturas e ação esperada das enzimas

Temperatura (°C)	Tempo (Min)	Ação
55°	10	Inativação de protease
65°	40	Sacarificação Beta-Amilase
75°	10	Sacarificação Alfa-Amilase

Fonte: próprio autor, 2017

4.2.3. Filtração e lavagem

A filtragem da mistura foi realizada durante a transferência para outra panela de 15L utilizando uma peneira culinária de aço inox, a fim de remover as cascas e a parte insolúvel dos grãos e obter o mosto clarificado. Para a máxima extração do açúcar contido no malte adicionou-se mais 2L de água realizando a completa lavagem dos grãos para extração completa dos açúcares.

4.2.4. Fervura do mosto

Após a filtração o mosto foi aquecido até a ebulição. O mosto foi deixado em ebulição por 30 minutos. Nesta etapa foram adicionados o lúpulo de amargor, lúpulo aromático e extrato de uvaia, conforme a Tabela 8.

No início da fervura foram adicionados 90% do lúpulo de amargor e aos 20 minutos de fervura foram adicionados o restante do lúpulo de amargor, o lúpulo aromático e o extrato de uvaia.

4.2.5. Resfriamento do mosto

Ao término da fervura, o mosto foi transferido para outra panela de 15L sendo filtrado com filtro de nylon para remover a parte sólida do lúpulo. O mosto filtrado foi resfriado com auxílio de chiller de cobre, devidamente higienizado, até que o mosto atingisse a temperatura mínima de 30°C.

4.2.6. Fermentação

Após o resfriamento o mosto foi transferido para um tanque de polipropileno. Esta etapa é importante para que ocorra a areação inicial do mosto que permite o desenvolvimento do fermento. Foram adicionados 2,5 g de fermento do tipo lager (*Saccharomyces uvarum*), posteriormente o tanque foi fechado e lacrado com “airlock”, garantindo que o processo ocorresse sob anaerobiose.

A fermentação ocorreu por cinco dias, com temperatura de 13°C em uma câmara fria.

4.2.7. Maturação

Ao termino dos cinco dias de fermentação o mosto foi transferido para outro recipiente para que pudesse retirar o “trub” e o excesso de fermento decantado, interrompendo a fermentação o qual poderia gerar off-flavor.

O vinho foi mantido a temperatura 3°C por mais cinco dias.

4.2.8. Envase

Após os cinco dias de maturação a cerveja formada foi transferida para garrafas de 330 ml de cor ambar, tomando cuidado para que a camada de biomassa misture com o líquido. Na fabricação da cerveja artesanal, as leveduras são as responsáveis por produzir o gás durante a refermentação na garrafa, para isso é necessário adicionar xarope de glicose como substrato para esta refermentação. A refermentação foi conduzida a temperatura em local fresco e arejado por 7 dias.

4.3. CONDUÇÃO DO ESTUDO CINÉTICO

Durante a fermentação amostras de 50 mL foram retiradas a cada 24 horas para análise quanto a pH, °Brix e densidade. O teor alcoólico foi calculo pela diferença de °Brix no tempo de retirada da amostra e no inicio da fermentação, assim como a densidade foi utilizada no tempo zero e após cinco dias de fermentação, para confirmação do teor alcoólico.

Os dados foram utilizados na confecção de gráficos utilizados para verificar o extrato de uvaia interfere no processo fermentativo, por meio do estudo da cinética de fermentação.

4.4. METODOLOGIA ANALITICA

4.4.1. pH

O pH foi determinado pelo uso de pHmêtro, mergulhando o eletrodo diretamente na amostra sem diluição e homogeneizada (ZENEBO; PASCUIET e TIGLEA, 2008).

4.4.2. Densidade

A densidade foi determinada utilizando um densímetro com escala de 1,000 até 1,100, mergulhando em 250 mL de líquido em proveta. As densidades foram mensuradas no início e ao final de fermentação, apenas para confirmação do teor alcoólico obtido pelo °Brix.

4.4.3. Teor de açúcar

Foram colocadas três gotas no refratômetro manual modelo MR – Marca Milwaukee e feita à leitura (ZENEBO; PASCUIET e TIGLEA, 2008).

4.4.4. Teor alcoólico

Os valores de teores alcoólicos foram determinados pelo aplicativo de celular Lamas Brew Tools versão 3.1.3, na qual é necessário a entrada de dados de °Brix.

4.4.5. Coloração

A análise de cor foi realizada utilizando um colorímetro (Konica Minolta CM-2300d), previamente calibrado, com escala que varia de -100 à +100 utilizando o Sistema CIEL $L^*a^*b^*$, em que L^* representa o índice de luminosidade, a^* o teor de vermelho e b^* o teor de amarelo (MINOLTA, 2017).

Foram realizadas três leituras de cada amostra.

4.5. ANÁLISE SENSORIAL

O teste sensorial foi realizado na Fazenda Escola do IF Sul de Minas – Campus Inconfidente, sendo este executado em cabines individualizadas, com um grupo de 70 consumidores, com idade entre 18 a 55 anos, contando com discentes, docentes e moradores da cidade, sendo 20 mulheres e 50 homens.

Os consumidores foram voluntários, convidados por meio de cartazes, aviso na página do curso de Engenharia de Alimentos no Facebook e por meio de convite direto. Ao chegarem a sala foi verificado se o voluntário era maior de 18 anos e foi apresentado à ele o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), apresentado no Anexo I.

Para apresentação das amostras aos provadores utilizou-se copos descartáveis de café codificados com 3 (três) dígitos aleatórios, acompanhado de um copo com água com a intenção de limpar as papilas gustativas entre a prova de cada amostra. As amostras foram entregues a cada provador em blocos completos oficial com balanceamento.

Foram utilizados os seguintes testes para o estudo sensorial: teste de ordenação, teste de Aceitação com escala hedônica estruturada de nove pontos, teste do ideal e teste de intenção de compra.

Foram avaliadas quatro amostras de cerveja, cuja suas substituições de lúpulo por extrato alcoólico de uvaia variava entre: Padrão (amostra 4), 10% (amostra 1), 20% (amostra 2) e 30% (amostra 3).

Deste modo, para cada consumidor inicialmente foi aplicado o teste de ordenação visando avaliar o gosto amargo das amostras. Cada provador examinou as amostras codificadas e fez uma ordenação de acordo com a intensidade do atributo amargor. Foi solicitado que o provador ordenasse as amostra da menos amarga para mais amarga e da esquerda para direita. Após a degustação foi solicitado ao provador que anotasse sua opinião na ficha do teste, conforme a Figura 5.

Figura 5 - Ficha utilizada no Teste de ordenação

Nome: _____

Idade: _____

Por favor, analise as amostras de cerveja apresentadas da esquerda para direita e as ordene de acordo com a intensidade de gosto amargo. Coloque os códigos das amostras em ordem crescente de amargor. Enxágüe a boca entre cada avaliação e aguarde 30 segundos.

_____ Menor gosto amargo

_____ Maior gosto amargo

Comentários: _____

Duas semanas após o primeiro teste, foram realizados os testes de Aceitação com escala hedônica estruturada de nove pontos, ideal para amargor e intenção de compra. Após a prova das quatro amostras foi solicitado ao provador que julgasse as amostras de acordo com a Figura 6.

Figura 6 – Ficha utilizada para os testes de Aceitação com escala hedônica estruturada de nove pontos, ideal para amargor e intenção de compra.

Nome: _____ **Idade:** _____

Por favor, avalie as amostras de **cerveja** da esquerda para a direita, utilizando a escala abaixo, e responda o quanto você gostou ou desgostou do produto. Marque a posição que melhor reflita seu julgamento. Tome água entre as avaliações.

Código: _____

_____ Aparência	9 - Gostei extremamente
_____ Aroma	8 - Gostei muito
_____ Sabor	7 - Gostei moderadamente
_____ Textura	6 - Gostei ligeiramente
_____ Impressão Global	5 - Indiferente
	4 - Desgostei ligeiramente
	3 - Desgostei moderadamente
	2 - Desgostei muito
	1 - Desgostei extremamente

Indique a sua intenção de compra em relação ao produto avaliado.

() Certamente compraria
 () Provavelmente compraria
 () Talvez compraria
 () Provavelmente não compraria
 () Certamente não compraria

Indique o quão próximo do ideal encontra-se o gosto amargo:

() extremamente mais amargo que o ideal	() muito mais amargo que o ideal
() moderadamente mais amargo que o ideal	() ligeiramente mais amargo que o ideal
() Amargor ideal	
() ligeiramente menos amargo que o ideal	() moderadamente menos amargo que o ideal
() muito menos amargo que o ideal	() extremamente menos amargo que o ideal

Fonte: ABNT, NBR 13088, 1994.

4.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

4.6.1. Análise de cor

Para a análise componentes de cor (L^* , a^* e b^*) empregou-se o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC). Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste tukey a 5% de significância, utilizando-se o programa estatístico SISVAR.

4.6.2. Análise sensorial

Os resultados obtidos nos métodos sensoriais dos testes de aceitação e teste do ideal foram analisados por ANOVA/teste tukey, a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SISVAR.

Construiu-se um histograma de frequência para o teste de intenção de compra tendo como suporte o software Microsoft Office Excel 2010.

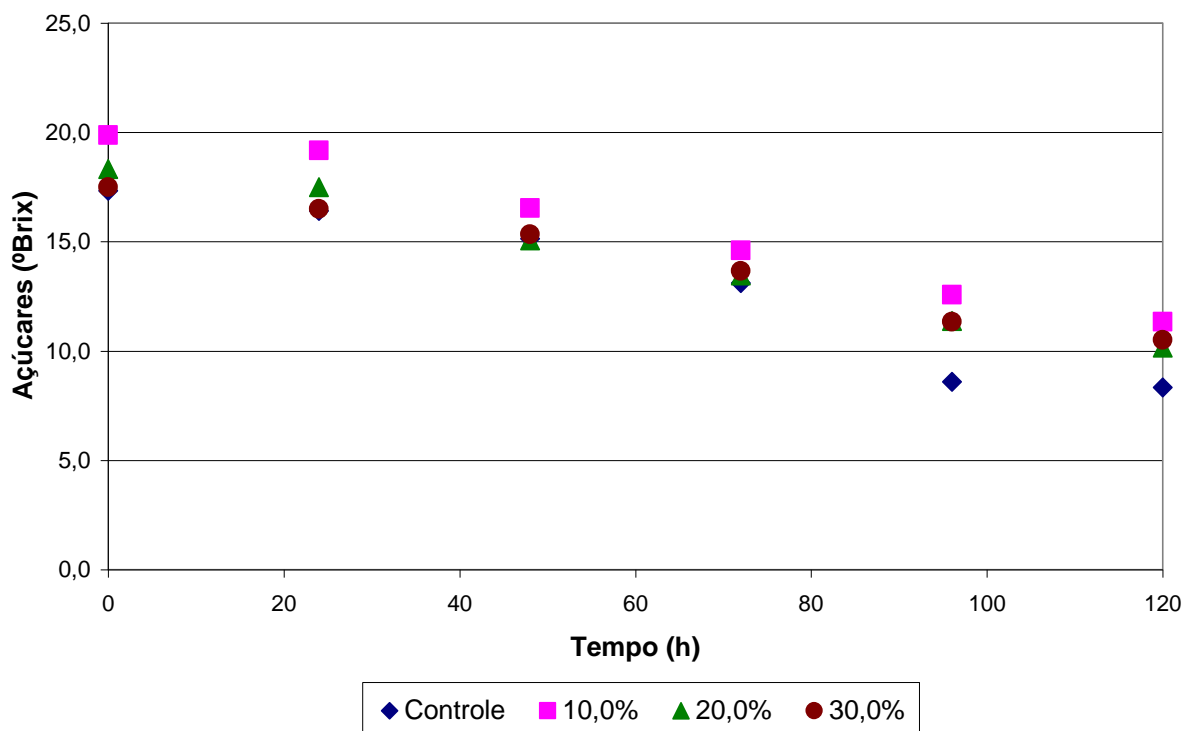
Para o teste de ordenação foi aplicado o teste de Friedman e foi utilizada a tabela de Newel e MacFarlane (Anexo II), para o nível de significância de 5% para comparação entre as amostras.(Pinheiro,2013)

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. ESTUDO CINÉTICO

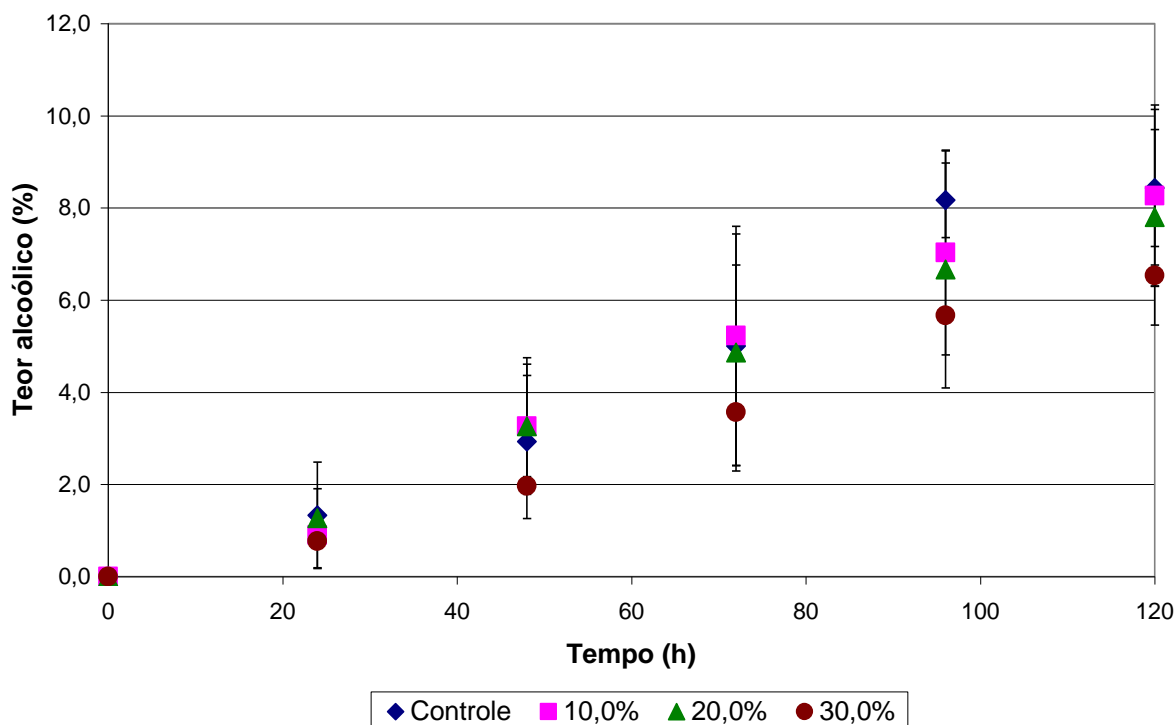
A Figura 7 apresenta os resultados do consumo de açúcares, determinados através do °Brix, durante a fermentação.

Figura 7 – Acompanhamento do consumo de açúcares.



Pela Figura 7 podemos verificar que ao longo da fermentação, como esperado, ocorreu a redução dos açúcares, que foram utilizados para a produção de álcool. Estes resultados foram convertidos em teor alcoólico, apresentados na Figura 8.

Figura 8 – Teores alcoólicos da cerveja para cada tratamento.

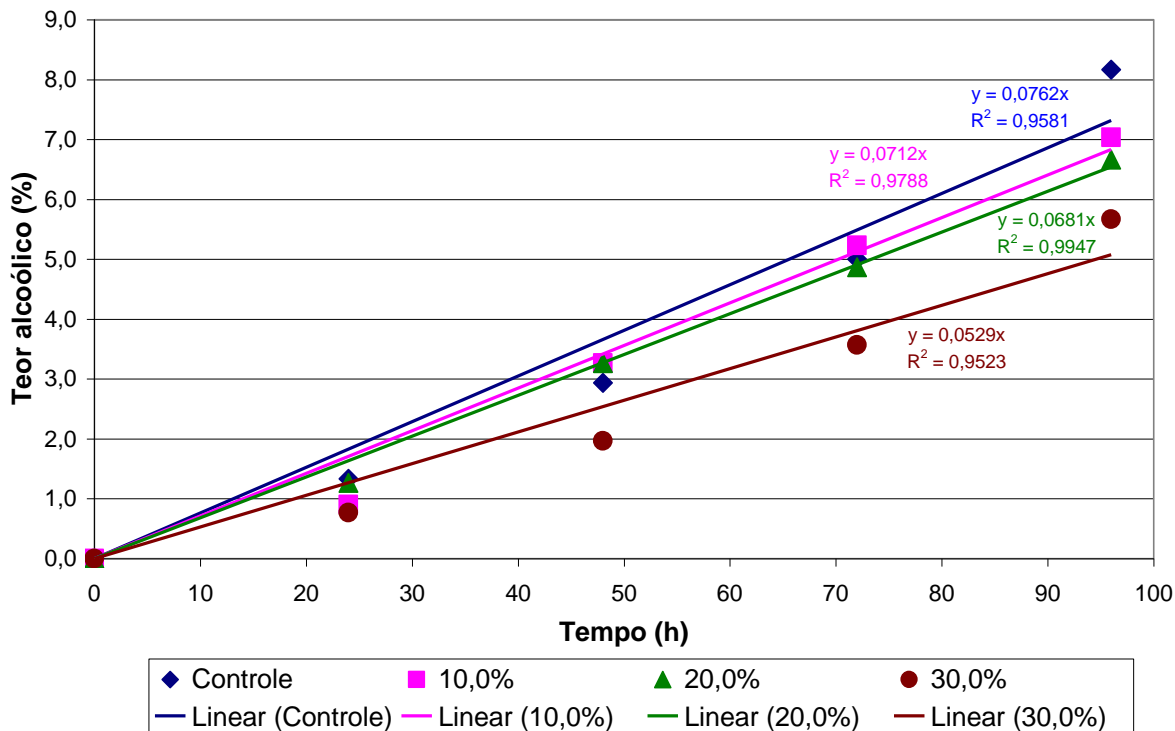


A partir dos resultados é possível verificar que todos os tratamentos tiveram o mesmo comportamento durante a fermentação. Os tratamentos com 10,0 e 20,0% de substituição de lúpulo por extrato de uvaia tiveram os comportamentos e teores alcoólicos finais mais próximos ao do controle.

A cerveja com 30% de extrato de uvaia apresentou um teor alcoólico abaixo das demais curvas desde as 48h de fermentação, o que representou ao final do processo um teor alcoólico 22,6% menor que o controle. Esse resultado indica que o extrato de uvaia possui capacidade inibidora do fermento para produção de cerveja acima de 30% de substituição do lúpulo.

Estes resultados podem ser evidenciados através da Figura 9, que demonstra a velocidade de produção de etanol com o tempo, determinada pela inclinação da reta durante a fase linear de produção.

Figura 9 - Inclinação da reta e equações de reta, evidenciando a taxa de produção de etanol.

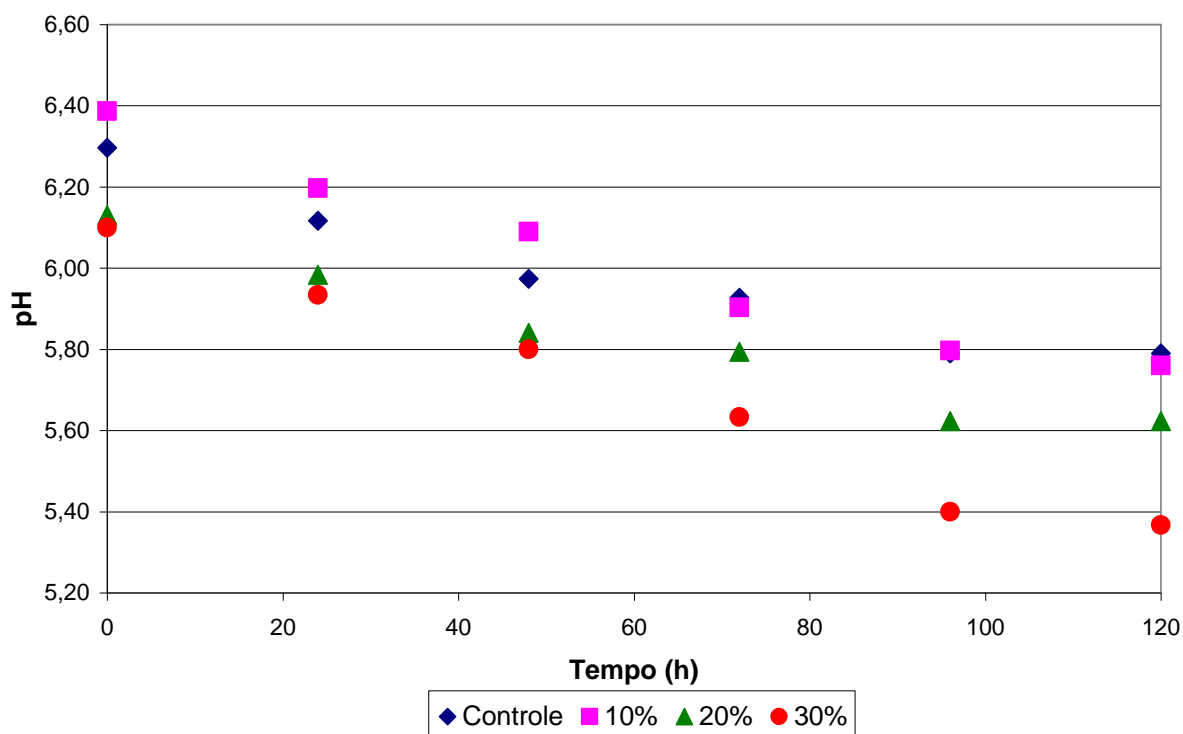


Observa-se que a medida que ocorre o aumento na quantidade de extrato de uvaia ocorreu uma redução gradativa na taxa de produção alcoólica. Enquanto o controle apresentou 0,0762 % de etanol por hora, para as cervejas formuladas com 10 e 20% de extrato de uvaia apresentou, respectivamente 0,0712 e 0,0681% de etanol por hora. Para a cerveja com 30% de extrato de uvaia a redução na taxa de produção de etanol foi superior, atingindo o valor de 0,0529 % de etanol por hora.

Souza (2013b) elaborou três cervejas, sendo uma formulação padrão e as outras duas com adição de mel na etapa de fervura com concentrações de 10% e 20%. Notou-se que à medida que o mel foi acrescentado na cerveja à taxa média de produtividade do percentual de álcool por hora aumentou, atingindo na Cerveja com 20% de mel o valor de 0,047% de álcool por hora. Esta porcentagem pode ser explicada pelo fato de que o mel é constituído basicamente de açúcares fermentescíveis como glicose e frutose, o que ocasiona aumento de concentração de açúcares fermentescíveis no mosto, contribuindo assim com o aumento da taxa de produtividade do percentual de álcool por hora na cerveja.

A Figura 10 apresenta os resultados para o acompanhamento de pH, durante o processo fermentativo.

Figura 10 - Inclinação da reta e equações de reta, evidenciando a taxa o decaimento do pH.



5.2. COLORAÇÃO

Para os parâmetros de coloração foram obtidos os valores descritos na Tabela 10.

Tabela 10 - Valores médios de luminosidade (L^*), Valores médios de coloração vermelha (a^*) e Valores médios da coloração amarela (b^*) nos diferentes tratamentos estudados.

Amostra	L^*	a^*	b^*
10%	28,43 ^b	0,17 ^a	25,86 ^a
20%	36,32 ^a	-0,98 ^b	17,51 ^b
30%	35,08 ^a	0,29 ^a	14,82 ^c
Controle	37,82 ^a	-0,38 ^{ab}	16,71 ^b

Fonte: Próprio autor, 2017.

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste tukey a 5% de significância.

A coloração da cerveja pode variar muito apenas com a utilização de um pequeno percentual de malte especial na sua composição. Para entender melhor a cor da bebida, é importante saber que esse parâmetro é medido em duas escalas de cores, sendo elas:

- SRM (Standart Reference Method) ou LOVIBOND, determinada em pontos que vão de 1 a 40, sendo que quanto menor a numeração, mais clara será a cerveja.
- EBC (European Brewery Convention) que é adotada pela legislação brasileira de cervejas, cuja fórmula para conversão de escalas é dada por: $EBC = SRM \times 1,97$. (VENTURINI FILHO, 2016)

Como no experimento foi utilizado apenas malte pilsen para a elaboração das amostras, então podemos prever que a coloração baseada nas escalas de coloração seria de:

- EBC: 3,70 (valor dado pelo próprio fabricante)
- $SRM = EBC/1,97 = 1,88$

Esta cor seria o equivalente a um amarelo-palha que foi observado nas cervejas do experimento.

5.3. ESTUDO SENSORIAL

Na Tabela 11 são apresentados os resultados da análise sensorial com teste afetivo de aceitação com escala hedônica.

Tabela 11 - Média dos resultados dos atributos do teste de aceitação para as análises com diferentes concentrações de extrato de alcoólico de uvaia.

Amostra	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Impressão global
10%	6,97 ^a	6,93 ^a	6,75 ^a	6,85 ^a	7,02 ^a
20%	7,42 ^a	6,99 ^a	6,68 ^a	6,87 ^a	7,22 ^a
30%	7,54 ^a	6,91 ^a	6,45 ^a	6,75 ^a	6,72 ^a
Controle	5,24 ^b	5,12 ^b	4,38 ^b	4,95 ^a	4,82 ^b

Fonte: Próprio autor, 2017.

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste tukey a 5% de significância

Para os atributos aparência, aroma, sabor e impressão global houve diferença significativa ($P \leq 0,05$) das amostras 10%, 20% e 30% quando comparadas com a amostra controle. Nota-se que as amostras com substituição parcial de lúpulo por extrato alcoólico de uváia não diferirão entre si.

Para o atributo textura não houve diferença significativa ($P \leq 0,05$) entre nenhuma das amostras avaliadas

Ferreira e Benka (2014) elaboraram quatro diferentes formulações de cerveja artesanal a partir de malte germinado e ao avaliar sensorialmente as amostras quanto ao aroma obtiveram médias que se diferenciaram entre si com médias variando de 4,43 a 7,52 enquanto que para o atributo sabor as médias variaram de 2,67 a 6,94.

Rossoni, Knapp e Bainy (2016) elaboraram duas diferentes formulações de cerveja artesanal com adição de polpa de maracujá e ao realizar análise sensorial notaram que Todas as médias apresentam a mesma letra, logo em nenhum atributo houve diferença significativa entre as duas formulações elaboradas.

5.3.1. Teste de ordenação

Tendo o número de amostras iguais a quatro e o número de julgamentos obtidos iguais a setenta. De acordo com a tabela apresentada no Anexo II, tem-se que a diferença mínima significativa é igual a quarenta.

Por meio da subtração do valor obtido da soma de uma amostra pelo valor da outra que se sabe se existe diferença significativa entre elas

De acordo com os resultados obtidos apresentadas nas Tabelas 12 e 13, tem-se:

Tabela 12 - Comparação entre os resultados obtidos para o teste de ordenação

Amostra	Total	A (150)	B (188)	C (169)	D (193)
A	150	-	188-150= 38<40 ns	169-150= 19<40 ns	193-150= 43>40 *
B	188	-	-	188-169= 19<40 ns	193-188= 5<40 ns
C	169	-	-	-	193-169= 24<40 ns
D	193	-	-	-	-

Fonte: Próprio autor, 2017.

*:Significativo a 5%; ns: não significativo a 5% pelo teste de Friedman.

Tabela 13 - Resultado final teste de ordenação.

Amostra	Totais de ordenação
D	193 ^a
B	188 ^{a,b}
C	169 ^{a,b}
A	150 ^b

Fonte: Próprio autor, 2017.

As Amostras seguidas por pelo menos uma mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de ordenação (Método de Friedman), para gosto amargo. Assim observa-se que a amostra D (controle) demonstrou maior intensidade de amargor, o que era esperado, tendo em vista a maior quantidade de lúpulo.

Entre as cervejas com substituição o teste demonstrou que a cerveja A, com 10% de substituição, teve menor grau de amargor, embora o esperado era que a amostra C, com 30% de redução no lúpulo. Contudo as amostras B, C e D, não possuem diferença estatística, podendo ser consideradas com mesmo grau de amargor, a 5% de significância.

5.3.2. Teste do ideal

Os resultados do teste do ideal para amargor da cerveja dos tratamentos estudados estão apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 - Resultados do teste do ideal para amargor dos tratamentos estudados

Amostra	Média
A	0,27 ^a ± 1,44
B	0,34 ^a ± 1,69
C	0,47 ^a ± 1,70
D	0,13 ^a ± 2,69

Fonte: Próprio autor, 2017.

*Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

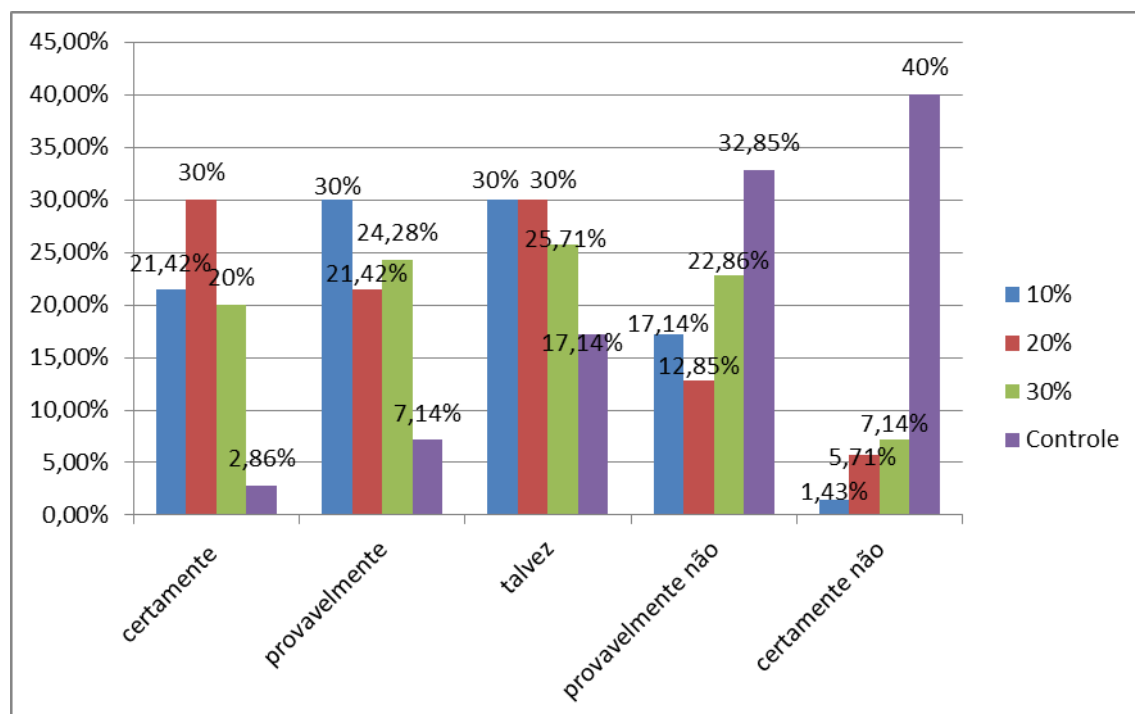
De acordo com o teste do ideal, a média que se encontra mais próxima de zero é a que apresenta maior proximidade com o ideal para o atributo avaliado. Em relação ao teste do ideal para amargor, não houve diferença significativa entre nenhuma das amostras analisadas.

Em estudo realizado por Brunelli, Mansano e Venturini Filho (2014) com cerveja elaborada com mel, a adição de mel influenciou a intensidade de amargor dos mostos e cervejas. Mostos e cervejas elaborados com mel apresentaram valores inferiores de amargor. Esse decréscimo não era esperado, pois a quantidade de lúpulo foi a mesma em todos os tratamentos. É possível que componentes do mel tenham interagido com as resinas amargas do lúpulo, durante a fervura do mosto.

5.3.3. Avaliação da intenção de compra

Avaliaram-se também as amostras 10, 20 e 30% de substituição de lúpulo por extrato de uvaia, além do controle, por meio da intenção de compra dos consumidores, os resultados podem ser observados conforme a Figura 11.

Figura 11 - Distribuição da frequência das respostas de intenção de compra, das amostras para os diferentes tratamentos de substituição e amostra controle.



Fonte: Próprio autor, 2017.

De acordo com a Figura 11, a amostra 20% de substituição foi a que apresentou maior intenção de compra positiva representadas pelas respostas “certamente compraria” e “provavelmente compraria”.

A maior intenção de compra negativa foi para a amostra controle onde se encontram os maiores valores de “certamente não compraria” e “provavelmente não compraria”.

As amostras 10% e 20% de substituição apresentaram maior indecisão (30% dos colaboradores) representada pela resposta “Talvez comprasse”.

6. CONCLUSÕES

A partir dos resultados pode-se concluir que:

- O extrato alcoólico de uvaia apresenta poder inibidor sobre a *Saccharomyces uvarum*, reduzindo a taxa de produção de etanol;
- Substituição de 30% de lúpulo por extrato alcoólico de uvaia apresenta maior inibição da *S. uvarum*, reduzindo também o teor alcoólico da cerveja;
- A substituição do lúpulo por extrato alcoólico de uvaia não aumentou o amargor, o que é proibido pelo decreto n. 6.871, MAPA;
- A análise sensorial demonstrou maior aceitação pelas amostras com substituição do lúpulo por extrato alcoólico de uvaia, quando comparado a cerveja controle;
- A intenção de comprar foi maior pela cerveja com 20% de substituição;
- Pode-se produzir cerveja tipo pilsen com substituição parcial de lúpulo por extrato de uvaia até 20% de substituição.

7. SUGESTÕES

- Necessidade de mais estudos para comprovar os efeitos antimicrobianos do extrato alcoólico, quando colocado na cerveja.
- Realização de Teste de prateleira, para verificar a eficiência do extrato de uvaia como conservante de cerveja.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, R. N. B.; FERREIRA, A. G. Germinação e armazenamento de sementes de uvaia (*Eugenia pyriformis* Camb.) – Myrtaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 118-125, 2000.

BERBERT, S. Conheça a produção de lúpulo brasileiro. **Revista Globo Rural**. Fevereiro, 2017. Disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2017/02/conheca-producao-de-lupulo-brasileiro.html>>. Acesso em: 10 de julho de 2017

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Decreto n. 2.314**, D.O.U 5/09/1997. Regulamenta a lei n 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. Brasília, 1997.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Decreto nº 6.871**, de 04 de junho de 2009. 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 é o terceiro no ranking mundial de produção de cerveja**. Portal Brasil. Brasília, 2017. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2017/08/brasil-e-o-terceiro-no-ranking-de-producao-mundial-de-cerveja>>. Acesso em: 11 de agosto de 2017.

BOULTON, C.; QUAIN, D. **Brewing Yeast and Fermentation**. Ed. Blackwell Science, 2001, p. 34 - 36. 1 CD ROM.

BRUNELLI, L. T.; MANSANO, A. R.; VENTURINI Filho, W. G. Caracterização físico-química de cervejas elaboradas com mel. 2014. **Brazilian Journal of the Food Technology**, vol.17, n.1.

CERVESIA. **A cerveja e sua história.** Disponível em: <<https://www.cervesia.com.br/historia-da-cerveja.html>> . Acesso em 28 Abril. 2017.

CERVBRASIL, Associação Brasileira da Industria de Cerveja. **Anuário 2017** . s.l. 2017.

CISA. **Relatório Global sobre álcool e saúde de 2014.** São Paulo. Centro de informação sobre saúde e álcool. 2014 . Disponível em: <http://www.cisa.org.br/artigo/4429/relatorio-global-sobre-alcool-saude-2014.php> Acesso em 11 de maio de 2017.

DRAGONE G. e SILVA, J. B. A. Cerveja. In. VENTURINI Filho, W. G. **Bebidas Alcoólicas – Ciência e Tecnologia.** Vol.1. Editora Blucher. São Paulo, 2010.

DEEDS, S. **Brewing Engineering**, 2nd edition. s.e., 2013.

ESAC (Portugal). Licenciatura em Engenharia Alimentar (Org.). **Processo de Fabrico da Cerveja.** Coimbra, 2010. Disponível em: <http://www.esac.pt/noronha/pgs/0910/Trabalhos_mod1/CERVEJA.pdf>. Acesso em: 29 out. 2017.

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

FERREIRA, R.C; FERREIRA, S; CORRÊA, W.R. Avaliação da atividade antimicrobiana de frutos, folhas e galhos de *Eugenia pyriformis* Cambess. In. **7ª Jornada Científica e Tecnológica do IFSULDEMINAS.** Poços de Caldas, MG, 2015.

GAROTTONI, B. Dez mil anos de pileque – a história da bebida. **Revista Superinteressante.** Editora Abril. São Paulo, 2008.

HIERONYMOS, S. **For Love of Hops – The Practical Guide to Aroma, Bitterness and the Culture of Hops.** Brewers publications. 2012.

KEUKELEIRE, D. Fundamentals of beer and hop chemistry. **Química Nova**, v. 23, n. 1, p. 108-112, 2000.

KUNZE, W. **Tecnología para Cerveceros y Malteros**. Ed. Vlb Berlin, 2006, CD ROM.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Plantarum. Nova Odessa, 1998.

MINOLTA, **Konica. Entendendo o Espaço de Cor L*a*b***. 2006. Disponível em: <<http://sensing.konicaminolta.com.br/2013/11/entendendo-o-espaco-de-cor-lab/>>. Acesso em: 02 ago. 2017.

MORADO, R. **Larousse da Cerveja**. 1. ed. São Paulo: Larousse do Brasil, 2009.

OSTROSKY, E.A. **Avaliação da eficácia e segurança do extrato de folhas de Rubusrosaefolius Sm. visando a aplicação como conservante em produtos cosméticos**. Tese (Doutorado em Fármaco e Medicamentos) Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual de São Paulo. 2009

PALMER, J. J. **How to brew: everything you need to know to brew beer right the first time**. [sl.: sn.], [1999].

ROSSONI, M. A.; KNAPP, M. A.; BAINY, E.M. Processamento e análise sensorial de cerveja artesanal do estilo “witbier” com adição de polpa de maracujá. 2016. In. **XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Gramado, 2016. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/xxvcbcta/anais/files/1265.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2017.

SAKAMOTO, K.; KONINGS, W. N. Beer spoilage bacteria and hop resistance. **International Journal of Food Microbiology**. v. 89, p. 105-124, 2003.

SANTOS, S. P. Da cerveja: Pilsner Urquell, a grande cerveja. In SANTOS, S.P. **Vinho e história**. Dórea Books and Art. São Paulo, 1998.

SOUZA, A. M. **Avaliação do potencial antimicrobiano de Eugenia pyriformis Cambess., Myrtaceae e estudo da associação sinérgica com agentes antimicrobianos e antifúngicos de uso clínico**. Dissertação Mestrado Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013a.

SOUZA, L. G. **Avaliação cinética na fermentação de cerveja tipo pilsen elaboradas com mel.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos), Centro Universitário Padre Anchieta. Jundiaí, 2013b.

SHULER, M.L. & KARGI, F. **Bioprocess Engineering – Basic Concepts.** Prentice Hall. 2002. 553p.

STIEVEN, A. C.; MOREIRA, J. J. S.; SILVA, C. F. Óleos essenciais de uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess): avaliação das atividades microbiana e antioxidante. **Eclética Química**, v. 34, n. 3, p. 7-13. São Paulo, 2009.

PAIVA, G. M. **Estudo do processo e mercado de cervejas especiais no Brasil.** Centro Educacional da Fundação Salvador Arena. São Bernardo do Campo, 2011. Disponível em: <<http://www.cervesia.com.br/biblioteca-tecnica/category/12-2011.html>>. Acesso em 2 ago. 2017.

TSCHOPE, E. C. **Micro cervejarias e cervejarias: A história, a arte e a tecnologia.** 1ªed. Aden, São Paulo, 2011.

VENTURINI Filho, W. G.; CEREDA, M. P. Cerveja. In: BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; ALMEIDA LIMA, U.; AQUARONE, E. (Coord.). **Biotecnologia industrial**, v. 4. Editora Blucher. São Paulo, 2001.

ZENEBO, O.; PASCUIET, N.S.; TIGLEA, P. (Coord.) **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** Instituto Adolfo Lutz. São Paulo, 2008.

Anexo I

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

1. Dados de identificação

Título do projeto de pesquisa: **Substituição parcial de lúpulo por extrato de uvaia na produção de cerveja pilsen**

Pesquisador responsável: **Abdiel Lurian da Silva Rocha, Oswaldo Kameyama e Mariana Borges de Lima Dutra**

Instituição a qual pertence o pesquisador responsável: **Instituto Federal do Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidentes**

Telefones para contato: (35) 3464-1200 r.9523 (Pesquisadores responsáveis)

e-mail: oswaldo.kameyama@ifsuldeminas.edu.br

2. O Sr.(a) está sendo convidado a participar do projeto de pesquisa “**Substituição parcial de lúpulo por extrato de uvaia na produção de cerveja pilsen**”.

O Sr.(a) foi selecionado a participar, voluntariamente, por meio de convite verbal e por meio de cartazes fixados em locais públicos, sendo de sua vontade encaminhar até o local estabelecido no cartaz e sua participação não é obrigatória, podendo desistir a qualquer momento e retirar seu consentimento quando quiser, sem prejuízo de qualquer natureza. O presente projeto tem como objetivo avaliar o efeito nos atributos sensoriais da substituição parcial do lúpulo por extrato de uvaia na produção de cerveja pilsen. O estudo é importante porque será desenvolvido um produto em com diferença na qualidade sensorial e poderá ser uma forma de substituir o lúpulo na conservação de cerveja. Sua participação nesta pesquisa consistirá em provar diferentes amostras de cerveja pilsen, produzidos com diferentes percentagens de substituição parcial de lúpulo por extrato de uvaia ou sem substituição e preencher um questionário avaliativo para apresentar suas impressões, como por exemplo, quanto à cor, sabor, aroma, impressão global, amargor etc. Os riscos envolvidos são para pessoas com restrição ao consumo de bebidas alcoólicas, intolerantes a glúten, alérgicas a proteína da cevada, uvaia ou lúpulo, alguma intolerância ao fermento biológico, sejam diabéticas ou realizem alguma dieta com restrição de calorias. Estão impedidas de participar desta pesquisa: alunos do ensino médio ou que sejam menores de 18 anos.

As informações obtidas por meio da pesquisa são confidenciais e sigilosas, ou seja, os dados obtidos na pesquisa não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação. Sua privacidade será mantida, pois seu nome que constará no questionário, será usado apenas para controle interno.

O Sr.(a) receberá uma cópia deste Termo com os telefones para tirar suas dúvidas sobre o projeto de pesquisa, sobre sua participação ou para quaisquer outros esclarecimentos.

Oswaldo Kameyama

Abdiel Lurian da Silva Rocha

3. Declaro que entendi os objetivos do trabalho, que sou maior de 18 anos e concordo em participar, como voluntário, da pesquisa acima descrita.

Inconfidentes, ___ de _____ de _____

Nome:

RG:

Anexo II

Nº de julgamentos	nº de amostras ou tratamentos									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	9	13	16	19	23	26	30	33	37	41
6	10	14	18	21	25	29	33	37	41	45
7	11	15	19	23	28	32	36	40	45	49
8	12	16	21	25	30	34	39	43	48	53
9	13	17	22	27	32	36	41	46	51	56
10	13	18	23	28	33	38	44	49	54	59
11	14	19	24	30	35	40	46	51	57	63
12	15	20	26	31	37	42	48	54	60	66
13	15	21	27	32	38	44	50	56	62	68
14	16	22	28	34	40	46	52	58	65	71
15	16	22	28	35	41	48	54	60	67	74
16	17	23	30	36	43	49	56	63	70	77
17	17	24	31	37	44	51	58	65	72	79
18	18	25	31	38	45	52	60	67	74	81
19	18	25	32	39	46	54	61	69	76	84
20	19	26	33	40	48	55	63	70	78	86
21	19	27	34	41	49	56	64	72	80	88
22	20	27	35	42	50	58	66	74	82	90
23	20	28	35	43	51	59	67	75	84	92
24	21	28	36	44	52	60	69	77	85	94
25	21	29	37	45	53	62	70	79	87	96
26	22	29	38	46	54	63	71	80	89	98
27	22	30	38	47	55	64	73	82	91	100
28	22	31	39	48	56	65	74	83	92	101
29	23	31	40	48	57	66	75	85	94	103
30	23	32	40	49	58	67	77	86	95	105
31	23	32	41	50	59	69	78	87	97	107
32	24	33	42	51	60	70	79	89	99	108
33	24	33	42	52	61	71	80	90	100	110
34	25	34	43	52	62	72	82	92	102	112
35	25	34	44	53	63	73	83	93	103	113
36	25	35	44	54	64	74	84	94	105	115
37	26	35	45	55	65	75	85	95	106	117
38	26	36	45	55	66	76	86	97	107	118
39	26	36	46	56	66	77	87	98	109	120
40	27	36	47	57	67	78	88	99	110	121
41	27	37	47	57	68	79	90	100	112	123
42	27	37	48	58	69	80	91	102	113	124
43	28	38	48	59	70	81	92	103	114	126
44	28	38	49	60	70	82	93	104	115	127
45	28	39	49	60	71	82	94	105	117	128
46	28	39	50	61	72	83	95	106	118	130
48	29	40	51	62	74	85	97	109	121	133
50	30	41	52	63	75	87	99	111	123	135
60	32	45	57	60	82	95	108	121	135	148
70	35	48	61	75	89	103	117	131	146	160
80	37	51	66	80	95	110	125	140	156	171
100	42	57	73	89	106	123	140	157	174	191