



UEPB

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I
CENTRO CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL**

BRUNO JERÔNIMO BARBOSA DE LIMA

ELABORAÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL TIPO *BLONDE ALE*

**CAMPINA GRANDE
2019**

BRUNO JERÔNIMO BARBOSA DE LIMA

ELABORAÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL TIPO *BLONDE ALE*

Trabalho de Conclusão de Curso em Química Industrial da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Química Industrial.

Área de concentração: Química de alimentos.

Orientador: Profa. Dra. Ângela Maria Santiago.

**CAMPINA GRANDE 2019
2019**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

L732e Lima, Bruno Jerônimo Barbosa de.
Elaboração de cerveja artesanal tipo Blonde Ale
[manuscrito] / Bruno Jeronimo Barbosa de Lima. - 2019.
45 p. : il. colorido.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia , 2019.
"Orientação : Profa. Dra. Ângela Maria Santiago ,
Departamento de Química - CCT."

1. Bebida alcoólica. 2. Cerveja artesanal. 3. Blonde Ale. 4. Fermentação. I. Título

21. ed. CDD 663.42

BRUNO JERÔNIMO BARBOSA DE LIMA


ELABORAÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL TIPO *BLONDE ALE*

Trabalho de Conclusão de Curso em Química Industrial da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Química industrial.

Área de concentração: Química de alimentos.

Aprovada em: 26/06/2019.

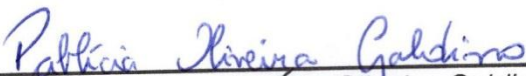
BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Ângela Maria Santiago (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa. Dra. Mércia Melo de Almeida Mota
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)



Profa. Dra. Pablicia Oliveira Galdino
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Aos meus pais pelo apoio,
companheirismo e patrocínio, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu pai Jerônimo José de Lima, a minha mãe Doralice Silva Barbosa, por todo apoio durante o curso e a vida, pelos ensinamentos que foram a base para minha formação como cidadão.

Ao meu tio João e minha tia Lucia, que são os meus segundos pais.

Aos meus amigos e companheiros de curso (eterno 7 monstros), pelas conversas e momentos agradáveis, e sinceras amizades.

A minha orientadora de Iniciação científica Wanda, que me orientou na área de pesquisa.

A minha orientadora de TCC, Ângela, pelas boas aulas e pela orientação nesse árduo trabalho.

A professora Márcia, mesmo não participando da banca de avaliação será uma eterna orientadora, tanto profissional como para a vida.

“A boca de um homem feliz é cheia de
cerveja .” **Autor desconhecido.**

“Você pensa que o homem precisa de
regras; ele precisa é de cerveja.” **Henry
Miller**

RESUMO

De forma geral, cerveja é o produto da fermentação de cereais maltados. Segundo a legislação no Brasil define cerveja como uma bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo (Art. 64 da lei n°. 8.918, de 14 de julho de 1994). O Brasil é o terceiro maior produtor de cerveja, se destacando a cerveja *pilsen*. O crescimento do *marketing* sobre produtos artesanais e cervejas especiais vem crescendo a 39,6% ao ano desde 2016. Neste trabalho, objetivou-se a elaboração de uma cerveja artesanal do tipo *blonde ale*, conhecida como estilo de entrada para o mundo das cervejas artesanais por ser a mais próxima das características industrializadas. A elaboração foi realizada utilizando Malte pilsen Belga de duas fileiras, lúpulo de amargor e amora, água e açúcar e leveduras de alta fermentação. O processo fermentativo ocorreu na temperatura de 25° C, durante 72 horas. Após a produção da cerveja foram analisados os parâmetros físico-químico de pH, acidez, °Brix e graduação alcoólica segundo metodologia descrita em IAL (2008), açúcares redutores por Miller (1959) e a cor por Muxel (2016). Os resultados obtidos foram pH 4,33; °Brix 5,26; Cor 16,2 EBC; Acidez 0,31% Ac. Lático; graduação alcoólica 4,5 °GL e Açúcares Redutores 0,45 g/100g mostram que a formulação utilizada nesta pesquisa produziu uma cerveja dentro do estilo da cerveja artesanal.

Palavras-Chave: Bebida alcóolica. Cerveja artesanal. Blonde Ale. Fermentação

ABSTRACT

In general, beer is the product of the fermentation of malted cereals. According to Brazilian legislation, beer is defined as a beverage obtained by the alcoholic fermentation of brewer's wort from barley malt and potable water by the action of yeast, with the addition of hops (Article 64 of Law No. 8,918 of July 14 of 1994). Brazil is the third largest producer of beer, with the highlight being the pilsen beer. The growth of marketing on artisanal products and special beers has increased to 39.6% a year since 2016. In this work, the objective was the elaboration of an artisan beer of the type ale ale, known as entrance style to the world of craft beers because it is the closest to the industrialized characteristics. The elaboration was carried out using Belgian malt pilsen of two rows, hops of bitterness and blackberry, water and sugar and yeasts of high fermentation. The fermentation process was carried out at 25 ° C for 72 hours. After the production of the beer, the physical-chemical parameters of pH, acidity, ° Brix and alcohol degree according to the methodology described in IAL (2008), reducing sugars by Miller (1959) and color by Muxel (2016) were analyzed. The results obtained were pH 4.33; ° Brix 5.26; Color 16.2 EBC; Acidity 0.31% Ac. Lático; alcoholic strength 4.5 ° GL and Reducing Sugars 0.45 g / 100g show that the formulation used in this research produced a beer in the style of craft beer.

Keywords: alcoholic fermentation. Craft beer. Blonde ale. Fermentation

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Mercado cervejeiro nacional por empresas em 2012.....	14
Figura 2 – Malte de cevada.....	18
Figura 3 – Lupúlo.....	20
Figura 4 – Inflorescência do lupúlo.....	20
Figura 5 – a) <i>S. cerevisia</i> b) <i>S. uvarum</i>	21
Figura 6 – Cerveja Blonde Ale.....	25
Figura 7 – Cerveja Pilsen.....	26
Figura 8 – Cerveja IPA.....	26
Figura 9 – <i>Cerveja Weissbier(trigo)</i>	27
Figura 10 – Etapas de produção de cerveja.....	28
Figura 11 – a) Moedor de rolos b) Moedor de discos.....	28
Figura 12 – Reação de Maillard	31
Figura 13 – Equipamento para brassagem.....	35
Figura 14 – <i>Chiller</i> usado durante resfriamento.....	36

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	09
2	OBJETIVOS	11
2.1	Objetivo Geral	11
2.2	Objetivo Específico	11
3	FUNDAMENTAÇÃO TÉORICA	12
3.1	Definição Cerveja	12
3.2	Histórico da Cerveja	12
3.3	Mercado de Cerveja no Brasil	13
3.4	Matérias Primas	14
3.4.1	Água	15
3.4.2	Malte	17
3.4.3	Lúpulo	19
3.4.4	Levedura	21
3.4.5	Adjuntos	22
3.5	Classificação da Cerveja	23
3.6	Tipos de Cerveja	24
3.6.1	Blonde Ale	25
3.6.2	Pilsen	25
3.6.3	India Pale Ale (IPA)	26
3.6.4	Weissbier (trigo)	27
3.7	Processos para produção de Cerveja artesanal	27
3.7.1	Moagem	28
3.7.2	Mosturação	29
3.7.3	Filtração	29
3.7.4	Fervura	30
3.7.5	Decantação	31
3.7.6	Resfriamento e aeração	31
3.7.7	Fermentação	32
3.7.8	Maturação	32
3.7.9	Envase e Carbonatação	33

4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	34
4.1	Matérias primas.....	34
4.2	Processos para produção da cerveja.....	34
4.2.1	Moagem do malte.....	34
4.2.2	Mosturação.....	36
4.2.3	Filtração.....	36
4.2.4	Fervura.....	36
4.2.5	Decantação.....	36
4.2.6	Resfriamento e aeração.....	37
4.2.7	Tratamento da levedura.....	37
4.2.8	Fermentação.....	37
4.2.9	Maturação.....	37
4.2.10	Envase e Carbonatação.....	37
4.3	Análises físico-químicas.....	37
4.3.1	°Brix.....	37
4.3.2	pH.....	38
4.3.3	Graduação alcoólica (°GL).....	38
4.3.4	Cor.....	38
4.3.5	Acidez.....	38
4.3.6	Açucares redutor.....	38
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
6	CONCLUSÃO	42
	REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

A cerveja, que deriva da palavra em latim *bibere* (beber), é uma bebida fermentada com uma história de 6.000 a 8.000 anos, cujo processo de elaboração, cada vez mais regulado e bem mais controlado, tem permanecido inalterado durante séculos. Os ingredientes básicos para a produção da maioria das cervejas são: cevada maltada, água, lúpulo e levedura (VENTURINI, 2016).

Em 1516, o duque Guilherme IV estabeleceu a lei alemã de pureza, onde regulava que os únicos ingredientes permitidos em sua fabricação eram água, malte de cevada, lúpulo e levedura (mesmo sem o conhecimento destas na época). Com o passar do tempo essa lei foi ficando flexível devido à introdução de adjuntos, que são cereais maltados ou não e por carboidratos de origem vegetal, transformados ou não que tem como finalidade contribuir como fonte alternativa de substrato, com custos inferiores na maioria das vezes que o malte de cevada e adicionar características organolépticas peculiares de acordo como adjunto utilizado (MORADO, 2017).

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria da Cerveja (CervBrasil), o Brasil tem cerca de 117 mil hectares plantados com cereais destinados à produção da bebida e é o terceiro maior mercado mundial de cerveja com 14,1 bilhões de litros produzidos em 2016 ficando atrás apenas da China e dos EUA.

Estão registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (Mapa) 610 cervejarias, que fabricam 7.540 produtos, divididos entre cervejas e chopes. Entretanto, muitas cervejarias, principalmente as artesanais, ainda seguem a *Reinheitsgebot* (lei alemã de pureza) com o objetivo de atrair consumidores que procuram a cerveja clássica consumida pelos alemães na idade média.

De acordo com Venturini (2016) a principal diferença entre se produzir artesanalmente e industrialmente está na liberdade da criação de receitas personalizadas e variações durante o processamento sem mudar o objetivo que é produzir uma bebida de alto padrão. Enquanto a cervejaria industrializada busca um padrão de produção em toda a região do seu comércio, a cervejaria artesanal busca evoluir a bebida, direcionando a cerveja para o universo gastronômico, onde os consumidores são atraídos por produtos diferentes das grandes cervejarias.

Tomando como base essas informações, este trabalho tem como objetivo a produção artesanal de cerveja puro malte tipo blonde ale, com proporções de insumos e analisar parâmetros físico-químicos adotados pela literatura.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Elaborar uma cerveja artesanal tipo *Blonde ale*

2.2 Objetivos Específicos

Monitorar o °Brix durante o processo de fervura.

Analisar a cerveja produzida quanto aos parâmetros físico-químicos: pH, acidez, teor alcóolico, açúcares redutores, °Brix e Cor.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Definição de Cerveja

A lei que regulamenta a fabricação de cerveja no Brasil a define como sendo uma bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro, oriundo do malte de cevada e água potável, por ação de levedura, com adição de lúpulo.

De acordo com Marcelo (2016) a diferença mais importante entre produzir cerveja de forma artesanal e industrial está na liberdade em se criar receitas personalizadas e poder experimentar variações no processo de produção. Enquanto as cervejas industriais buscam um padrão de produção alto e com baixos custos, as cervejas artesanais procuram a variedade e sofisticação como seu atrativo, transformando o mercado cervejeiro num mundo gastronômico assim como nos vinhos.

3.2 Histórico da cerveja

Estima-se que o homem começou a utilizar bebidas fermentadas há 30 mil anos, sendo que a produção de cerveja deve ter sido iniciado por volta de 8000 a.C. Essa bebida foi desenvolvida paralelamente aos processos de fermentação de cereais e difundiu-se lado a lado com as culturas de milho, centeio e cevada nas antigas sociedades estáveis. Há registros sobre utilização da cerveja, na antiguidade, entre os povos da Suméria, Babilônia e Egito. A bebida também foi produzida por gregos e romanos durante o apogeu dessas civilizações (VENTURINI, 2005).

Venturini (2016) descreve que o processo cervejeiro era exercido por padeiros em razão da natureza da matéria-prima, como grãos de cereais e leveduras. A cevada era deixada de molho até sua germinação e, em seguida, moída grosseiramente, moldada em bolos aos quais se adicionava a levedura. Esses bolos eram colocados em jarra com água e deixados para fermentar. Essa cerveja rústica ainda é fabricada no Egito, com o nome de Bouza

De acordo com Morado (2017) A onda de expansão da cultura cervejeira a partir da Mesopotâmia teve outra rota de difusão que teve uma grande importância graças aos trácios. Devido a esses movimentos migratórios elas influenciaram culturalmente os germanos e celtas. Durante o primeiro milênio da era cristã, celtas e germanos eram os povos que mais produziam e consumiam cerveja.

A partir do século VIII, tornou-se comum na Europa utilizar uma mistura de ervas chamada *gruit*. Dependendo da região e disponibilidade, o *gruit* podia conter alecrim, absinto, Artemísia, milefólio, zimbro, murta-do-brejo, urze e gengibre. Ele era adicionado à produção da cerveja geralmente em forma de buquê e servia para aromatizar, conferir um sabor especial e dar mais um toque inebriante à bebida (RONALDO, 2017).

Na idade média o lúpulo foi introduzido como matéria-prima na fabricação da cerveja. Os povos germânicos foram os primeiros a utilizar esta flor e, com o tempo se aperfeiçoaram e se destacaram na produção de cerveja. Sua utilização se difundiu pelo mundo todo e hoje é um elemento essencial na fabricação de cerveja, em especial, responsável pelo sabor e aroma da bebida, mas também tem a propriedade de conservar a cerveja, já que tem ação antisséptica (AQUARONE, 2001).

De acordo com Eisenbahn e Morado(2017) na época não havia regulamentação na produção de cerveja, mas no dia 23 de abril de 1516, os duques Guilherme IV e Luís X estabeleceram a *Reinheitsgebot* que mais tarde seria conhecida como “lei alemã de pureza” a qual regulava que os únicos ingredientes permitidos na fabricação da cerveja era o água, malte e lúpulo seguindo essa proporção de ingredientes.

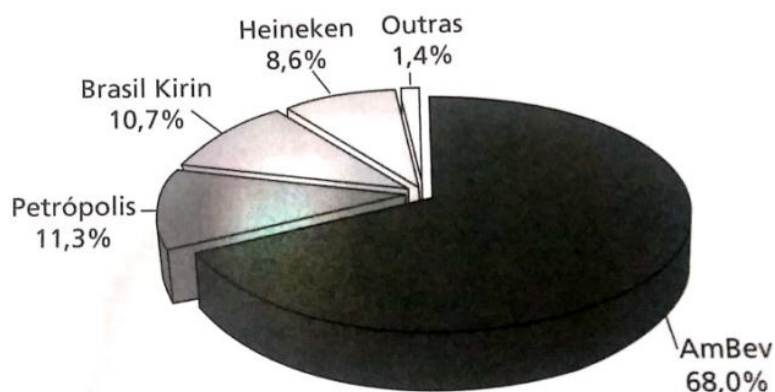
Venturini (2016) relata que no Brasil, o hábito de tomar cerveja foi trazido por D. João VI, no início do século XIX, durante a permanência da família real portuguesa em território nacional. Nessa época, a cerveja consumida era importada de países europeus, principalmente Alemanha e Inglaterra. Em 1888, foi fundada na cidade do Rio de Janeiro a “Manufatura de Cerveja Brahma Villigier e Cia” e poucos anos depois, em 1891, na cidade de São Paulo, a “companhia Antártica Paulista”.

3.3 Mercado de cerveja no Brasil

Entre os diferentes tipos de cervejas consumidas neste país, a grande maioria (98%) corresponde às cervejas do tipo Pilsen. Sendo que (68%) pertence à AmBev (Figura 1), proprietária das marcas Skol, Brahma, Antártica e Bohemia, sendo essa última, a marca de cerveja mais antiga do Brasil ainda em produção. Em 2004, a AmBev e o grupo belga Interbrew (proprietária de marcas como Stella Artois e Becks, entre outras) anunciaram uma aliança estratégica, constituindo a maior cervejaria do mundo (InBev), que, em 2008 adquiriu a cervejaria norte-americana Anheuser-Bush, tornando-se a AB-InBev (VENTURINI, 2016).

A Figura 1 mostra o cenário nacional em 2012:

Figura 1- Mercado cervejeiro nacional por empresas no ano de 2012



Fonte: Venturini (2016, p.57)

Em relatório do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2017) divulgado no final de 2016, ocorreu um aumento de 39,6% no número de cervejarias no país. Representando um número de 610 fábricas devidamente registradas. Destes estabelecimentos produtores, 83% estão concentrados nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. Os estados de São Paulo e Rio Grande do Sul detêm respectivamente de 122 e 119 das unidades fabris registradas.

O aumento do número de microcervejarias é uma tendência justificada pela oportunidade de empreender um negócio lucrativo em um mercado que demanda diversificação de produtos. Em 2016, as microcervejarias nacionais ocuparam 0,7% do mercado, mas com o crescimento médio de participação de mercado de 27% ao ano nos últimos 10 anos, provavelmente até 2020 esse percentual de mercado poderá ultrapassar 1% (MORADO, 2017).

Bressiane (2017) destaca três razões do crescimento do mercado das cervejas artesanais como sendo: o desejo dos consumidores das cervejas artesanais em montarem seu próprio negócio; a grande procura de investidores dispostos a beneficiar o mercado que cresce a taxas de 20% há quase uma década; e a atual crise econômica que impulsionam brasileiros a abrirem suas próprias empresas (SILVA, 2017).

3.4 Matéria prima

Segundo Venturini (2016) os ingredientes básicos para a produção da maioria das cervejas são: água, malte de cevada, lúpulo e levedura.

3.4.1 Água

De acordo com Venturini (2016) a água corresponde aproximadamente entre 92 a 95% do peso da cerveja, sendo a principal matéria-prima em peso no decorrer do processo cervejeiro. Na natureza toda água contém sais dissolvidos, possuindo-os em quantidades diferentes de acordo com a região e a fonte que foi retirada. Além disso, as águas naturais podem possuir matéria orgânica e compostos gasosos que, além de gosto, podem conferir odor e reagir com compostos do malte formando o clorofenol, que ocasiona *off-flavors*. Portanto a quantidade dos sais dissolvidos e dos compostos orgânicos presentes na água influenciam diretamente os processos químicos e enzimáticos que ocorrem durante a fermentação e conseqüentemente, na qualidade da cerveja produzida.

Segundo Madrid et al., (1996) os padrões físico-químicos ideais da água para a fabricação da cerveja são muito importantes, pois uma alteração pode fazer com que a bebida não se enquadre nos padrões de qualidade exigidos pelo órgão público. Para atingir esse resultado é necessário realizar tratamento na água antes de sua utilização para a produção da cerveja.

Na Tabela 1 encontram-se alguns requisitos necessários para uma água cervejeira ser considerada de boa qualidade, ressaltando que cada estilo cervejeiro tem seus próprios requisitos.

Tabela 1- Principais requisitos da água cervejeira.

		Intervalo		Objetivo
		Mínimo	Máximo	
pH		5	9,5	--
Ca		70	90	80
Mg		0	10	--
Na	mg/L	0	20	25
HCO₃	ppm CaCO ₃	10	50	50
Cl	mg/L	30	80	100
SO₄	mg/L	30	150	--
NO₃	mg/L	0	25	--
SiO₂	mg/L	0	25	
Alcalinidade Residual	ppm CaCO ₃	--	20	
Trihalometanos	µg/L	0	10	
Fe	mg/L	0	0,1	
Mn	mg/L	0	0,05	
NH₄	mg/L	0	0,5	
NO₂	mg/L	0	0,1	
BrO₃	mg/L	0	0,01	
H₂S	µg/L	0	5	
Turbidez	NTU	0	0,5	

Fonte: Venturini, 2016.

“Em geral, as cervejas Ale são preparadas com águas com alta concentração de cálcio (cerca de 350 ppm) e as Lager com águas com baixa concentração de cálcio(menos de 10 ppm)” (MORADO,2017).

A Tabela 2 mostra alguns parâmetros ideais de água a serem utilizadas em diferentes tipos de cerveja.

Tabela 2- Água de estilos cervejeiros

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

Fonte: Venturini, 2016.

Venturini (2005) relata que a água a ser utilizada na de produção de cerveja não deve apenas satisfazer os requisitos de uma água potável, mas deve apresentar características específicas para assegurar um pH desejável da mistura de malte e adjunto durante a mosturação; promover a extração dos princípios amargos e aromáticos do lúpulo, favorecer uma boa coagulação do *trub* (material mucilaginoso) durante a fervura do mosto (por proteínas insolúveis e partes do lúpulo que não foram solubilizados) e também permitir uma fermentação asséptica consequentemente contribuindo para a cor (sem apresentar turbidez), aroma e sabor característicos do tipo de cerveja a ser fabricada.

3.4.2 Malte

O termo técnico *malte* é utilizado para todo grão, tais como: cevada, milho, arroz, trigo, aveia, sorgo e etc, resultante da germinação em condições controladas de temperatura, umidade, e aeração durante todo o processo. O malte da cevada é o mais utilizado para fabricação de cerveja por apresentar menores dificuldades técnicas no processo de maltagem. Entretanto o malte de milho apresenta problema de sua fração lipídica, podendo ocorrer a reação química chamada de rancidez oxidativa e o malte de trigo pode favorecer o crescimento de microrganismos na superfície do

grão. A cevada apresenta em sua composição alto teor de amido, ou seja, de extrato fermentável. A proteína presente encontra-se em quantidade e qualidade suficiente para a nutrição das leveduras durante a fermentação, como também para a formação de espuma no produto final (VENTURINI, 2005).

A Figura 2 representa o malte de cevada.

Figura 2- Malte de cevada.



Fonte: Cervejaria Petra (2019).

A Tabela 3 representa os parâmetros da cevada e do malte de cevada.

Tabela 3- Composição do grão de cevada e malte.

Características	Cevada	Malte
Massa do grão (mg)	32-36	29-33
Umidade (%)	10-14	4-6
Amido (%)	55-60	50-55
Açúcares (%)	0,5-1,0	8-10
Nitrogênio total (%)	1,8-2,3	1,8-2,3
Nitrogênio solúvel (% de N total)	10-12	35-50
Poder diastático, °Lintner	50-60	100-250
α-amilase, unidades de dextrina	Traços	30-60
Atividade proteolítica	Traços	15-30

Fonte: Venturini, 2016.

Venturini (2016) descreve que o processo de transformação do grão de cevada em malte de cevada consiste em colocar a semente em condições favoráveis de germinação, controlando temperatura, umidade e aeração, interrompendo a germinação tão logo o grão tenha iniciado a criação de uma nova planta. Ao interromper o processo de germinação, o amido presente na cevada (malte), apresenta-se em cadeias menores, o que deixa o grão menos duro, além de elevar o conteúdo enzimático através da síntese de amilases, proteases e outras enzimas, que são responsáveis pela extração e quebra dos amidos e proteínas durante a mostura deixando o mosto com concentrações de proteínas solúveis variada, de acordo com a rampa de temperatura utilizada.

O processo de maltagem é constituído por três etapas: maceração, germinação e secagem (VENTURINI, 2005). Na primeira etapa, a cevada limpa e classificada para produção de cerveja proveniente do silo é colocada em tanques cilíndricos verticais para ser macerada. Após o processo de maceração, é deixada em tanques, com um fluxo de ar úmido, deixando a cevada em temperatura constante, retirando o calor liberado, bem como arrastando o CO₂ liberado e fornecendo O₂ essencial para o processo germinativo. O tempo necessário para a germinação é entre 4 a 6 dias, dependendo da temperatura utilizada e dos grãos utilizados. Em seguida são secados e posteriormente torrados.

“Quando o malte é aquecido lentamente e mantido por mais tempo na etapa úmida de torrefação, o grão é estufado, produzindo sabores mais adocicados e cores no intervalo de 2 a 400 unidades de cor EBC” (VENTURINI, 2016).

3.4.3 Lúpulo

De acordo com Venturini (2005, 2016) o lúpulo (*Humulus lupulus*) é uma planta dioica (apresenta flores masculinas e femininas em plantas diferentes) que pertence à família *cannabinaceae*, que apesar do parentesco com a *cannabis* não contém substâncias alucinógenas e ilícitas. Confere amargor e aroma, apresenta ação antisséptica (onde teve um aumento na sua utilização durante as caravanas da Inglaterra a Índia para aumentar a validade das cervejas surgindo o estilo *Índia pale ale*), contribui também para o equilíbrio de sabor e da espuma da cerveja. Na maioria dos cultivos, as plantas machos são erradicadas, gerando assim lúpulo sem semente. As flores femininas são agrupadas em cachos ou umbrelas as quais

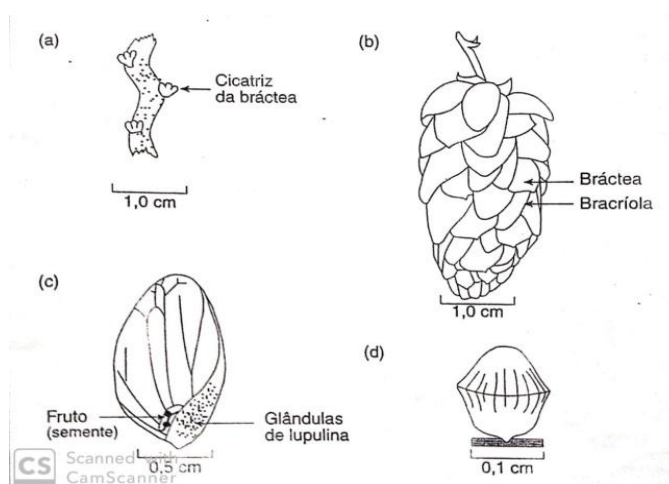
possuem uma vértebra que apresenta várias dobras sobre as quais se fixam os pares de brácteas e bractéolas. As brácteas e as bractéolas formam glândulas onde são produzidos os grânulos de lupulina, que encerra as substâncias do interesse cervejeiro. A Figura 3 exibe o lúpulo *in natura* e a Figura 4 apresenta os detalhes da inflorescência do mesmo.

Figura 3- Lúpulo *in natura*



Fonte: Fonte Instituto da Cerveja (2019).

Figura 4- a) parte do eixo do cone; b) cone maduro; c) bractéola com semente e glândulas de lupulina; d) glândula de lupulina.



Fonte: Venturini (2005).

As frações mais importantes da lupulina são as resinas e os óleos essenciais. As resinas são constituídas principalmente de alfa e beta ácidos. Os primeiros, também chamados de humulonas, é a fonte principal de amargor na cerveja; enquanto que os segundos, denominados lupulonas, são menos importantes.

Quanto aos óleos essenciais do lúpulo, é uma mistura de várias centenas de componentes. Os principais são: hidrocarbonetos da família dos terpenos, ésteres, aldeídos, cetonas, ácidos e álcoois (VENTURINI,2005).

O amargor da cerveja é medido em unidades internacionais de amargor (IBU- International Bitterness Units), onde 1 IBU equivale a 1mg/l de alfaisoácidos.

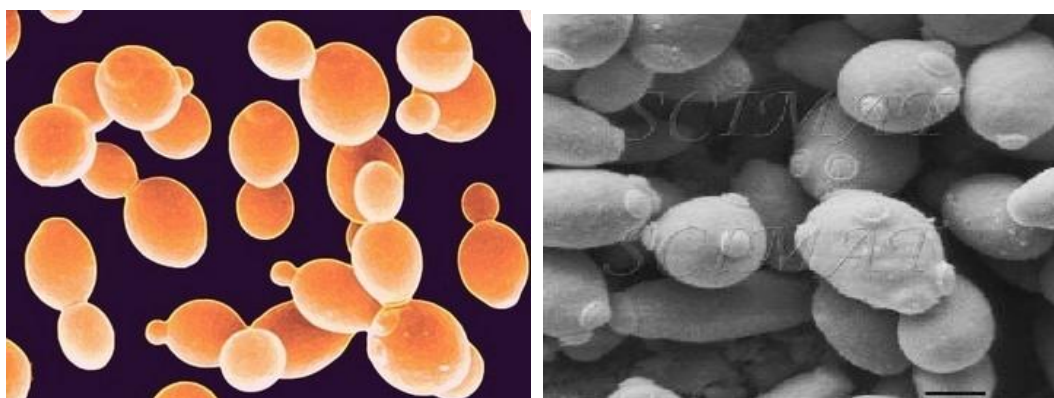
O lúpulo é comercialmente vendido na forma de cones secos, pélete, extrato e extrato isomerizado. Enquanto a forma de cones se limita a regiões próximas de onde o lúpulo é fabricado, as formas de extrato e péletes são utilizados por todo mercado cervejeiro, por apresentar boa estabilidade, ser de fácil manuseio e transporte. O pélete é a forma mais comum de utilização do lúpulo na cerveja, com menor volume, e se apresenta no mercado sobre dois tipos com características diferentes os quais são: péletes tipo 90 e péletes tipo 45. O pélete T-90 (tipo 90) preserva 90% das características da sua forma natural, sendo removida apenas 10% da sua forma vegetativa, enquanto o pélete T-45 (tipo 45) apresenta maiores características de lupulina em relação as outras substâncias, sendo removido de 40% a 50% da forma vegetativa (MORAIS, 2015).

3.4.4 Levedura

Venturini (2005) relata que as leveduras são classificadas como fungos, apresentam-se normalmente sob a forma unicelular, e reproduzem-se geralmente por brotamento. Elas crescem mais rapidamente que os bolores e são mais eficientes que estes na atividade metabólica, causado por sua maior superfície específica. Não constituem um grupo definido de microrganismos; elas pertencem às classes dos Ascomycetes, Basidiomycetes e Deutoromycetes, estando distribuídas em 39 gêneros e 350 espécies, sendo que as utilizadas na produção de cerveja pertencem ao gênero *Saccharomyces* e estão distribuídas nas espécies *S. cerevisia* e *S. uvarum*. No caso dos dois tipos de cervejas mais importantes (*lager* e *ale*) utilizam-se nos processos fermentativos as cepas de *S. uvarum* e *S. cerevisia*, respectivamente. Taxonomistas de leveduras têm designado todas as cepas empregadas na produção de cerveja à espécie *S. cerevisia*. A Figura 5 mostra a forma das leveduras *S. cerevisia* (a) e *S. uvarum* (b).

Figura 5- a) *S. cerevisia*

b) *S. uvarum*



Fonte: MICROBE(2019), CERVEJASDOMUNDO (2019)

Morado (2017) descreve as cepas *S. cerevisia* com grande tolerância ao álcool e com isso pode-se produzir cervejas mais alcoólicas (Strong gold ale). Sua fermentação acontece a temperatura de 15° C a 25°C, durante três a cinco dias. As leveduras ales sobrenadam na cerveja, na maioria dos casos (por isso apelidadas de leveduras de alta fermentação). Entretanto as cepas *S. uvarum* possuem uma tolerância baixa ao álcool e é capaz de metabolizar o açúcar conhecido como melibiose (glicose-galactose) ao contrario da *S. cerevisia* deixando a cerveja com um corpo mais leve. Sua fermentação ocorre entre 9° C a 15° C por um período entre 10 a 15 dias na parte inferior do mosto (por isso são denominadas leveduras de baixa fermentação).

As cervejas ale são conhecidas pelo seu flavor, corpo denso e teor alcóolico, oriundo dos subprodutos da fermentação das suas leveduras e as cervejas lagers são conhecidas por um caráter límpido, corpo baixo, pouco aromáticas e brilhantes. A Tabela 4 apresenta as leveduras e seus respectivos estilos de cerveja.

Tabela 4- Leveduras x estilos de cerveja

Leveduras de alta	Estilo de cerveja	Levedura de baixa	Estilo de cerveja
Fermentis S-04	Ales inglesas	Fermenteis W34/70	Pilsen e lagers em geral
Fermentis US-05	Ales americanas	Fermentis T-58	Ales belgas/condimentadas
Fermentis WB-06	Cervejas de trigo alemãs	Lallemand Nothingan	Ales inglesas de alto teor alcóolico

Fermentis S-33	Witbiers e Trapistas	Lallemand Windsor	Pale Ales e Poters
Fermentis S-23	Lagers esterificadas	Lallemand Munich	Cervejas de trigo

Fonte: Venturini (2016).

Ronaldo (2017) aponta que com o avanço da biotecnologia será possível isolar e até reproduzir leveduras híbridas, com características específicas, por meio de manipulação genética, abrindo assim, a possibilidade da criação de vários novos estilos de cerveja. As leveduras são comercializadas na forma líquida em solução, ou liofilizada na forma em pó.

3.4.5 Adjuntos

Os adjuntos podem ser definidos como carboidratos não maltados de composição apropriada e propriedades que benéficamente completa ou suplementa o malte de cevada, sendo usualmente consideradas fontes não maltadas de açúcares fermentescíveis. São empregados principalmente por razões econômicas, apresentando menor custo na produção de extrato. Além disso, melhoram a qualidade físico-química e sensorial da cerveja acabada. Podem ser considerados como diluidores de todos os componentes do mosto cervejeiro, com exceção para os carboidratos (VENTURINI, 2005).

Existem adjuntos que são incorporados nas receitas para atribuir sabores e aromas diferenciados, deixando também a cerveja mais refrescante, mais apetecível para atender o gosto de determinados consumidores, como exemplos, o mel, coentro, canela, cravo, cascas de limão e laranja, pimenta, chips de carvalho entre outros.

3.5 Classificação da cerveja

Morado (2017) descreve que a primeira classificação de cervejas que se conhece foi publicada em 1977, no livro *The world Guide to Beer*. Seu autor, o jornalista inglês Michael Jackson (1942-2007), tornou-se conhecido como *The Beer Hunter* (o caçador de cervejas) e é uma das principais referências no assunto. Classificar cervejas segundo um critério ou conjunto de critérios não é tarefa

simples, pois são inúmeros os parâmetros que pode direcionar essa classificação. As cervejas são classificadas por cor, ingredientes, método de produção, origem do estilo, teor alcoólico etc.

De acordo com o decreto nº 6.871, de 4 junho de 2009, as cervejas são classificadas quanto:

Ao extrato primitivo:

- Cerveja leve, a que apresentar extrato primitivo igual ou superior a 5% e inferior a 10,5%, em peso;
- Cerveja comum, a que apresentar extrato primitivo igual ou superior a 10,5% e inferior a 12,5%, em peso;
- Cerveja extra, a que apresentar extrato primitivo igual ou superior 12,5% e inferior a 14%, em peso;
- Cerveja forte, a que apresentar extrato primitivo superior a 14%, em peso.

A cor:

- Cerveja clara, a que tiver cor correspondente a menos de 20 unidades EBC (European Brewery Convention);
- Cerveja escura, a que tiver cor correspondente a 20 ou mais unidades de EBC (European Brewery Convention).

Ao teor alcoólico:

- Cerveja sem álcool, quando seu conteúdo em álcool for menor que 0,5% em volume, não sendo obrigatória a declaração no rótulo do conteúdo alcoólico;
- Cerveja com álcool, quando seu conteúdo em álcool for igual ou superior a 0,5% em seu volume, devendo obrigatoriamente constar no rótulo o percentual de álcool em volume.

A proporção de malte de cevada:

- Cerveja puro malte, aquela que possuir 100% de malte de cevada, em peso, sobre o extrato primitivo, como fonte de açúcares;
- Cerveja, aquela que possuir 50% de malte de cevada, em peso, sobre o extrato primitivo, como fonte de açúcares;

- Cerveja com o nome do vegetal predominante, aquela que possui 20% a 50% de malte de cevada, em peso, sobre o extrato primitivo, como fonte de açúcares.

a fermentação:

- De baixa fermentação, aquela que utilizam leveduras do tipo *Saccharomyces uvarum*;
- De alta fermentação, aquela que utilizam leveduras do tipo *Saccharomyces Cerevisiae*;

3.6 Tipos de cerveja

De acordo com a versão de 2015 o BJCP lista 121 estilos de cerveja reunidos em 35 grupos dentre os quais citaremos:

3.6.1 Blonde Ale (Fig.6)

Figura 6- Cerveja Blonde Ale



Fonte: IMPERIO DO CERVEJEIRO (2019) .

Cerveja bastante popular nos Estados Unidos, encontrada em micro cervejarias, por ser um estilo de cerveja introdutório as cervejas artesanais, uma vez que, sua aparência clara, espuma branca persistente, amargor discreto, levemente ácida e teor alcoólico médio, é as vezes comparada a pilsen, cerveja lager mais consumida no Brasil. Possui teor alcoólico entre 3,8% e 5,5%, amargor entre 15 a 28 IBU e cor entre 6 a 12 EBC.

3.6.2 Pilsen

É oriunda da cidade de Plzen, na Republica Tcheca. Faz parte do grupo das lager, de baixa fermentação. É a cerveja (Figura 7) mais consumida pelos brasileiros e uma das mais consumidas no mundo. Tem corpo leve, teor alcoólico entre 4,2% e 5,3%, amargor entre 8 e 18 IBU e cor entre 4 a 8 EBC.

Figura 7- Cerveja Pilsen



Fonte: CERVEJA ARTESANAL (2019).

3.6.3 *India Pale ale* (IPA)

Durante a ocupação da Inglaterra na Índia, o abastecimento de cerveja foi um desafio para os ingleses. Devido ao tempo de viagem e ao clima tropical indiano, a maioria das cervejas apresentavam alterações no final da viagem. Devido a isso, o cervejeiro George Hodgson, no século XVIII, aumentou o teor alcoólico e de lúpulo a fim de atender esse novo mercado. Esse novo estilo se tornou uma dos mais populares do mundo entre os cervejeiros artesanais. Esse tipo de cerveja (Figura 8) possui teor alcoólico entre 5% a 7,5%, amargor de 40 a 60 IBU e cor de 12 a 28 EBC.

Figura 8- Cerveja India Pale Ale (IPA)



Fonte: LOJAS CAPIXABA (2019).

3.6.4 *Weissbier* (Trigo)

Cerveja popular na região da Baviera (Figura 9), antes reservada apenas para a realeza bávara. São cervejas de alta fermentação, refrescante, de corpo denso devido ao trigo utilizado, não filtrada, com espuma branca e cremosa, aroma de cravo e banana proveniente da levedura utilizada, possuindo teor alcoólico entre 4,3 % e 5,6%, amargor entre 8 a 15 IBU e cor de 4 a 12 EBC.

Figura 9- Cerveja *Weissbier*



Fonte: METROPOLES (2019)

3.7 Processos para produção de cerveja artesanal

O procedimento para fabricação depende da escola cervejeira adotada e do próprio cervejeiro, entretanto, há quatro estágios que são seguidos por todos os cervejeiros:

1. Moagem (moer os maltes e cereais não maltados);
2. Brassagem (mostura, filtração, fervura, resfriamento e decantação);
3. Fermentação (inoculação, aeração, fermentação);
4. Maturação (maturação, envase e armazenamento).

A Figura 10 exibe as etapas de produção de cerveja artesanal as quais serão descritas conforme Venturine (2016) e Morton (2017).

Figura 10- Etapas de produção de cerveja



Fonte: Lima (2019)

3.7.1 Moagem

O principal objetivo da moagem é aumentar a superfície de contato do grão (seja cereais maltados ou não) por trituração, sem uma grande degradação das cascas (principal fonte de proteínas para cervejas), para que todos os seus compostos fiquem disponíveis para a ação enzimática.

A moagem pode ser realizada por moinho de rolos ou moinho de discos, Figura 11(a e b), sendo o moinho de rolos a escolha preferencial, uma vez que, sua moagem é de forma mais uniforme.

Figura 11- a) Moedor de rolos b) Moedor de discos



Fonte: WECONSULTORIA (2019), MERCADO LIVRE (2019).

Uma boa moagem deve romper a casca de forma longitudinal, desintegrar o endosperma, porção interna do grão, que vai provocar uma melhor atuação enzimática (para a transformação de amido em glicose e maltose) e a produção mínima de farinha com granulometria muito fina, a fim de evitar a formação de uma pasta na solução dificultando a filtração do mosto e aumentando o teor de proteínas (corpo) dissolvidas.

3.7.2 Mosturação

A mistura do malte moído juntamente com água em temperatura controlada tem por objetivo solubilizar as substâncias do malte diretamente solúveis em água e, com auxílio das enzimas, solubilizar as substâncias insolúveis, promovendo a gomificação e posterior hidrólise do amido e açúcares. Neste sentido, deve-se considerar que todo processo enzimático depende da temperatura, do tempo, do grau de acidez e concentração do meio, da qualidade do malte e constituição do produto de moagem.

O mosto deve ser uma solução rica em carboidratos fermentáveis, aminoácidos e minerais, servindo como fonte de nutrientes para as leveduras durante a fermentação, ou seja, um meio de cultivo.

A escolha do tipo de mosturação ou programa de tempo/temperatura a ser aplicado durante a atuação enzimática vai depender da composição e do tipo de cerveja desejado, agregando, por exemplo, conhecimentos do quanto de açúcares

fermentescíveis deseja-se ou quanto de substâncias proteicas de alto peso molecular almeja-se para o “corpo” da cerveja e consistência da espuma.

São três temperaturas importantes durante a mosturação, 40° C a 55° C, onde acontece a solubilização de proteínas, fosfatos e gomas. A temperatura entre 60° C a 65° C define a concentração de maltose, sendo a temperatura ideal para o principal açúcar fermentável para levedura. Entre 70° C a 75° C ocorre a quebra do amido restante, e ajuda a solubilizar os carboidratos que estão retidos na casca, aumentando a concentração na solução.

3.7.3 Filtração

Após a conversão completa da mistura malte-água e hidrólise do amido em açúcares fermentáveis, a solução de extrato aquoso deve ser separada dos sólidos insolúveis do malte para produzir o mosto.

O leito filtrante é o resíduo do malte, composto por cascas do malte, depositado no fundo das tinas de mostura, o mosto é circulado várias vezes a fim de reter sólidos insolúveis, clarificando o mosto e melhorando seu aspecto coloidal. Após a primeira filtragem, a camada de casca é lavada com água na temperatura acima de 75° C com o objetivo de recuperar o extrato líquido que fica retido entre as cascas durante a primeira filtração. A eficiência da filtração está diretamente relacionada com a eficiência da moagem.

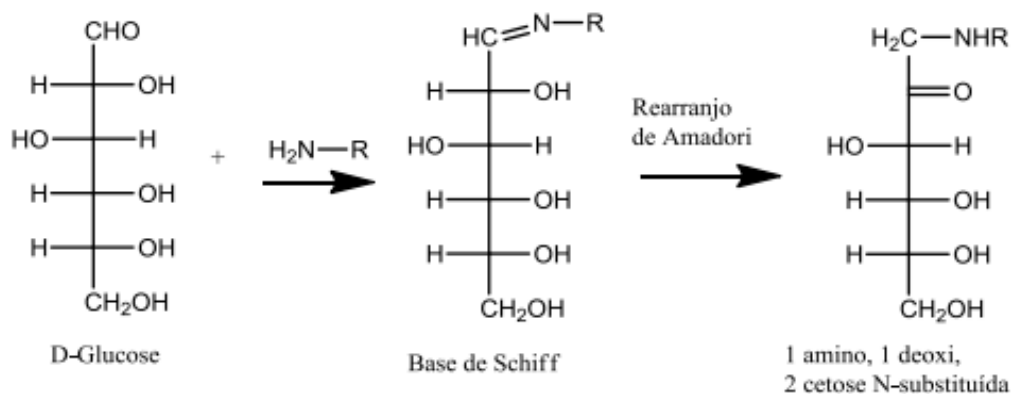
3.7.4 Fervura

A fervura do mosto é realizada em equipamentos denominados de tina de fervura ou fervedor de mosto. Nessa etapa, o mosto é aquecido até 100° C cujo objetivo de deixar o produto inócuo, desativar enzimas, estabilização físico-química, desnaturando proteínas de cadeia longa, fazendo-as precipitarem, assim como polifénóis, taninos e outros compostos, evaporação da água a fim de concentrar o mosto no °Brix desejado e evaporar compostos desagradáveis para cerveja como o dimetilsulfeto (DMS), conhecido por apresentar cheiro de milho cozido.

Durante a fervura também acontece a reação de Maillard (Figura 12) que consiste na reação entre aminoácidos e açúcares redutores ocasionando o escurecimento do mosto, trazendo aromas de panificação (onde acontece

principalmente em cervejas escura). Esse sabor provem de compostos conhecidos como melanoidinas, que são subprodutos dessa reação.

Figura 12- Reação de Maillard.



Fonte: Muxel (2016)

É nessa etapa onde são adicionados os lúpulos. Os diversos tipos de lúpulos podem ser adicionados todos de uma vez, ou em até quatro etapas, momentos da etapa de fervura para proporcionar à cerveja seus atributos antimicrobianos, de flavor e aroma.

Os lúpulos de amargor devem ser adicionados no início da fervura, a fim de converter os alfa ácidos em alfa isoácidos, onde 90% do amargor final da cerveja é alcançado em 30 minutos de fervura, sendo o seu máximo após 60 minutos. Durante a produção perde-se em torno de 60 a 80% de compostos de amargor.

Os lúpulos de aroma são adicionados entre 10 a 20 minutos antes do final da fervura, para evitar que os óleos essenciais (responsáveis pelo aroma) evaporem, e também, aumentar o amargor devido a isomerização dos ácidos.

3.7.5 Decantação

Após a fervura, o mosto é rotacionado a fim de concentrar o *trub* (composto por bagaço de lúpulo, proteínas insolúveis, polifenóis e taninos) no meio da tina de fervura. Esse processo leva em torno de 30 segundos a um minuto.

3.7.6 Resfriamento e aeração

O principal objetivo do resfriamento é levar a temperatura do mosto para temperatura ideal de fermentação, da forma mais rápida possível, para evitar contaminação ambiente. A temperatura de resfriamento depende do estilo da cerveja.

Aeração disponibiliza oxigênio para levedura, que em pouco tempo ao ser consumido, promove a produção de ácidos carboxílicos insaturados e esteróis que são constituintes de suas membranas. O oxigênio deve ser adicionado ao mosto quando este estiver com temperaturas mais baixas, para evitar um escurecimento causado pela reação de Maillard.

3.7.7 Fermentação

A primeira parte da fermentação consiste na adaptação da levedura ao mosto onde se acrescenta 10% do mosto na preparação e 90 de água já sanitizada. Após ter passado o tempo de crescimento da levedura, ela é levada para o mosto nos tanques de fermentação. Esse é um processo utilizado por leveduras de alta e baixa fermentação.

O processo fermentativo consiste no ponto central para produção de qualquer bebida alcoólica, possuindo como principal objetivo a conversão de açúcares em etanol e gás carbônico pela levedura, sob condições anaeróbicas. Além da formação de etanol e gás carbônico, há formação de ésteres, ácidos e álcoois superiores, que em quantidades desejáveis, deixam a cerveja com aroma e sabor diferenciado, dependendo da temperatura de fermentação, cepa utilizada e nutrientes disponíveis.

A conversão de açúcares em etanol é de aproximadamente 85% da conversão teórica. A diferença para a conversão teórica representa a proporção de açúcares do mosto utilizados para formação de biomassa e de outros metabólitos.

A utilização da levedura desidratada para a fermentação inicial é de 50 g/hl a 80 g/hl para leveduras de alta fermentação e 80 g/hl a 120 g/hl para leveduras de baixa fermentação.

3.7.8 Maturação

Consiste em continuar o processo de fermentação da cerveja “verde”, onde ainda existe certa quantidade de leveduras em vivas e compostos fermentescíveis, além de subprodutos da primeira fermentação. Também chamado de fermentação secundária, a maturação tem como objetivo a estabilização de álcoois superiores, ésteres e compostos sulfídricos, como o diacetil, ocorre uma atenuação no amargor do lúpulo e uma clarificação devido a precipitação de leveduras e proteínas, Devido a baixa temperatura (em torno de 0° C - 4° C).

O tempo de maturação varia de acordo com o estilo de cerveja podendo varias de sete dias a um mês, sendo cervejas ales com maturação mais rápida e lagers com uma maturação maior, devido ao teor de DMS e diacetil aceitável ser menor que as ales.

3.7.9 Envase e Carbonatação

O envase é o procedimento de engarrafamento e posterior carbonatação pelo *Priming* (adicionar xarope de glicose na cerveja, para que as leveduras residuais continuem a fermentação transformando glicose em CO₂ e calor), esse método é muito utilizado na produção de cervejas artesanais. Após o envase e carbonatação o fundo da garrafa apresenta resíduos das leveduras que cresceram durante a formação do CO₂ deixando as cervejas turvas pelo arraste ao serem servidas.

4 METODOLOGIA

A elaboração da cerveja foi realizada no laboratório de agroindústria, na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). As análises físico-químicas foram realizadas no laboratório do NUPEA (Núcleo de pesquisa e Extensão em alimentos), do departamento de Química da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), em Campina grande, PB.

4.1 Matérias prima

Para elaboração da cerveja foram utilizadas as seguintes matérias primas: Malte pilsen Belga de duas fileiras, lúpulo de amargor e amora, água e açúcar. Toda a matéria prima foi adquirida da WE consultoria. A água e o açúcar utilizado na produção foram obtidos em supermercado local.

A levedura utilizada foi a *S. Cerevisia* com cepas utilizadas para fabricação de cervejas ales americanas.

4.2 Processos de produção da cerveja

4.2.1 Moagem do Malte

O malte foi triturado a seco em moinho de rolos, de forma a produzir uma total desintegração do endosperma, com uma granulometria média a fim de facilitar a ação enzimática na mosturação, sem ocorrer formação de uma farinha com granulometria muito fina a qual prejudicaria o processo de filtração.

4.2.2 Mosturação

Toda a brassagem foi realizada em painéis de alumínio, conforme mostrado na Figura 13.

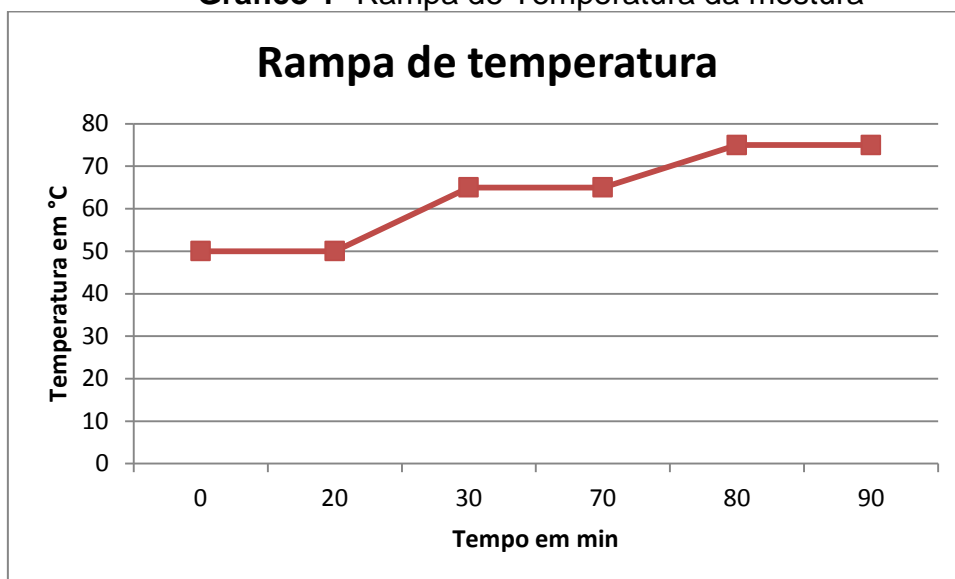
Figura 13- Equipamento para brassagem



Fonte: Lima (2019)

Foram colocados 8L de água mineral na panela de mostura até a temperatura atingir 50° C, em seguida realizou-se a “arriada do malte” (denominação utilizada para a adição do malte seco na água de mostura). Em seguida foi iniciado o processo de mosturação a fim de solubilizar os açúcares e proteínas contidos no malte para água para a formação do meio de cultivo denominado mosto. O Gráfico 1 demonstra as rampas de temperatura utilizadas durante a mostura:

Gráfico 1- Rampa de Temperatura da mostura



Fonte: Lima (2019)

A primeira rampa de temperatura (50° C x 20 min) foi realizada a fim de solubilizar proteínas que deixam a cerveja com um maior corpo (quantidade de sólidos insolúveis) e deixam a espuma mais persistente. Em seguida, a temperatura utilizada foi (65° C x 40 min) tendo como objetivo a hidrólise do amido em açúcares, sendo a principal função da mostura. Por último, a temperatura de (75°C x 10 min) para preparar o mosto para a filtração.

4.2.3 Filtração

A filtração foi realizada à 75° C, onde o mosto foi levado para a panela de fervura e o bagaço do malte foi lavado com 8L de água na mesma temperatura para arrastar o açúcar residual contido no malte.

4.2.4 Fervura

O processo de fervura foi realizado por uma hora à 105° C, até o °Brix chegar a 11,3. No início da fervura foi adicionado o lúpulo de amargor a fim de isomerizar os alfa ácidos e deixar um aroma residual de lúpulo.

4.2.5 Decantação

Ao fim da fervura o mosto foi rotacionado para concentrar o *trub* no centro da panela e diminuir a quantidade de sólidos insolúveis na cerveja, esse processo leva em torno de 1 a 2 minutos.

4.2.6 Resfriamento e aeração

O mosto foi resfriado até a temperatura de 25° C, com auxílio do chiller (Figura 14).

Figura 14- Chiller usado durante resfriamento



Fonte: Lima (2019)

A aeração do mosto foi realizada com auxílio da gravidade, onde o mosto já foi coletado no fermentador aerado.

4.2.7 Tratamento da levedura

Foi pesado 5,5 g de levedura liofilizada, e hidratada com 100 mL de água esterilizada por 10 minutos a temperatura de 25° C, onde foi adicionado posteriormente ao mosto para dar início a sua fermentação.

4.2.8 Fermentação

O mosto foi fermentado por 72 horas a temperatura de 25° C até atingir o °Brix de 5,3. O fermentador utilizado tinha capacidade para 10 litros.

4.2.9 Maturação

A maturação foi iniciada de imediato ao término da fermentação, a temperatura de 3° C por um período de 10 dias, na própria levedura a fim de causar uma maior estabilização na cerveja e deixar que a própria levedura consuma seus subprodutos.

4.2.10 Envase e carbonatação

O envase foi realizado em garrafas âmbar de 600 e 330 mL devidamente esterilizadas e a carbonatação consiste em utilizar a técnica chamada *primming*, que

trata-se de adicionar um xarope de açúcar esterilizado na cerveja e deixar que a levedura residual o consumisse, liberando CO₂ e calor com a garrafa já vedada.

4.3 Análises físico-química da cerveja

Foram realizadas em triplicatas as análises físico-químicas dos seguintes parâmetros: sólidos solúveis (°Brix), pH, acidez total titulável e graduação alcoólica segundo o procedimento descrito (IAL 2008). A concentração de açúcares redutores foi determinada seguindo a metodologia descrita por Miller (1959) e a cor conforme Muxel (2016).

4.3.1 °Brix

A determinação foi realizada colocando 3 a 4 gotas da cerveja diretamente no refratômetro de Abbé.

4.3.2 pH

A determinação foi realizada adicionando 50 mL da cerveja descarbonatada em um Becker e realizado a leitura com um medidor de pH previamente calibrado com soluções tampão 4 e 10.

4.3.3 Graduação alcoólica (°GL)

Foi determinado diretamente através da leitura em ebulliômetro que mede a porcentagem alcoólica diretamente (°GL- Graus Gay Lussac).

4.3.4 Cor

Foi determinada pela leitura direta da cerveja descarbonatada em espectrofotômetro a 430 nm, zerando com água destilada e depois convertendo a absorbância pela equação:

$$SRM = 12,7 * D * A_{430}$$

Sendo A à absorbância a 430 nm, D o fator de diluição. Como a medida é feita em SEM (Standard Reference Measurement), sua conversão para EBC é apenas multiplicar por 1,98.

4.3.5 Acidez

Foi medido 25 mL da cerveja, descarbonatada, e transferiu-se para um Erlenmeyer de 250 mL, adicionou-se 6 gotas de fenolftaleína e titulou-se com uma solução de NaOH N/10 até o aparecimento de uma coloração rósea persistente. Anotou-se o volume gasto e a acidez foi calculada pela equação:

$$\text{Acidez}(\% \text{Ac. Lactico}) = \frac{V * N * F * \text{meq}(\text{Ac. Láctico}) * 100}{V_{\text{amostra}}}$$

V= Volume gasto na titulação

N= Normalidade do NaOH

F= Fator de correção

V_{amostra}= Volume da amostra

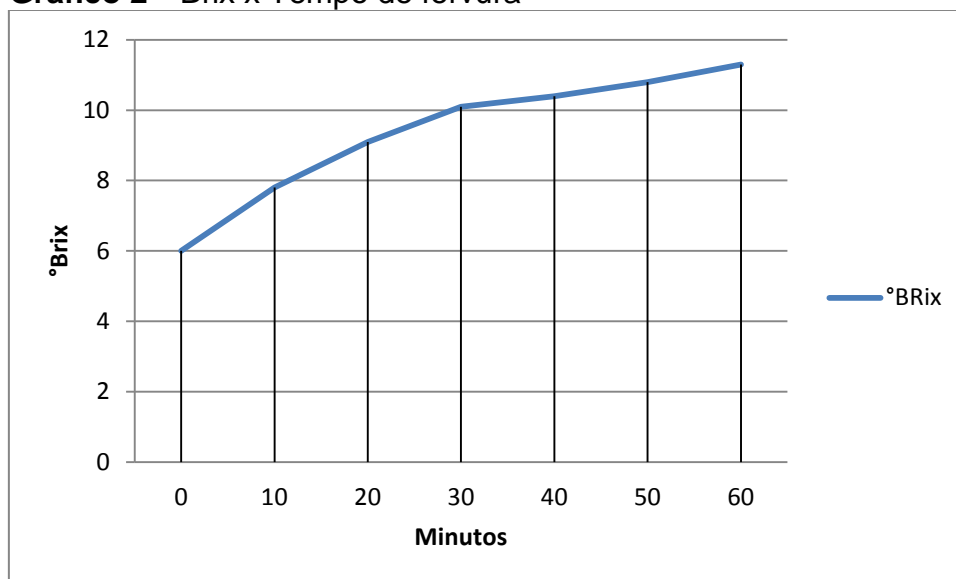
4.3.6 Açúcares totais

Após a preparação do DNS (Ácido 3,5- Dinitrosalicílico), foi realizado a curva de calibração com uma solução de glicose a 3 mM. Após a realização da curva foi adicionado 0,4 mL da cerveja descarbonatada, 1,1 mL de água e 1,0 mL do DNS, que foi levado ao aquecimento no banho-maria a 100° C por 5 minutos, seguido de resfriamento rápido. Em seguida foi realizada a leitura a 540 nm em espectrofotômetro. Os cálculos foram efetuados expressando os resultados em gramas de açúcares redutores por 100 gramas de amostra inicial ($g_{AR}/100g_{\text{amostra}}$).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A cerveja seguiu todos os parâmetros estabelecidos para seu estilo durante seu processamento, como levedura de alta fermentação, temperatura de fermentação e °Brix inicial de fermentação conforme mostra o gráfico 2.

Gráfico 2- °Brix x Tempo de fervura



Fonte: Lima (2019)

O gráfico demonstra que independente do estilo escolhido para a produção da cerveja, o tempo de fervura é em torno de 60 minutos (uma hora), tendo em vista que se o teor de açúcar na cerveja a ser produzida for maior, deve-se usar mais malte durante a mostura, para não afetar as características sensoriais do produto.

A Tabela 5 descreve os resultados dos parâmetros físico-químicos da cerveja analisados:

Tabela 5- Resultados dos parâmetros físico-químicos

Análise	Resultado
pH	4,33 ± 0,01
°Brix	5,26 ± 0,14
Cor (EBC)	16,2 ± 0,03
Acidez (% Ac. Lático)	0,31 ± 0,00
Gradação alcoólica (°GL)	4,5
Açúcares Redutor g/100g	0,45 ± 0,00

Fonte: Lima (2019)

Com a obtenção dos resultados verificou-se que o objetivo da elaboração da cerveja artesanal tipo blonde ale foi alcançado, uma vez que, a graduação alcoólica apresentou no nível permitido pelo estilo da cerveja, pH abaixo de 4,5 e acidez baixa propõe a característica do estilo de ser levemente ácida.

Com relação a cor apesar de apresentar-se maior que o estilo da cerveja, essa análise pode ser explicada pelo fato de ser uma cerveja artesanal, não filtrada, com um teor de sólidos insolúveis bem maior que as cervejas industrializadas, dificultando a real obtenção dos resultados, tendo em vista que a metodologia utilizada utiliza o espectrofotômetro e a presença de insolúveis aumenta a absorvância lida. A baixa concentração dos açúcares redutores indica que a carbonatação foi bem realizada, já que a levedura residual metabolizou todo o açúcar adicionado no *primming*, deixando a cerveja dentro do estilo proposto, bem carbonatada e também, devido a maior parte destes serem fermentáveis e conseqüentemente consumidos pelas leveduras ou reagiram com aminoácidos na reação de *Maillard*.

Do ponto de vista químico, o pH abaixo de 4,5 ressalta que se trata de uma bebida levemente ácida e uma posterior pasteurização provavelmente asseguraria microbiologicamente uma vida de prateleira de até meses.

O valor do pH está em conformidade com os valores encontrados por Arêdes et al (2016), os quais determinaram o pH de diversas cervejas industrializadas e todas apresentaram-se abaixo de 4,5.

6 CONCLUSÃO

O sucesso na elaboração da cerveja mostra que apesar da enorme variedade de estilos e técnicas utilizadas, a fabricação de uma cerveja de alto padrão necessita apenas de seus quatro principais ingredientes: água, malte, lúpulo e levedura. Independe do estilo a ser fabricado ou técnica a ser seguido, o controle com a matéria prima e sua higienização durante o processo garante uma cerveja com boa qualidade.

As análises físico-químicas asseguraram que a formulação utilizada, bem como a metodologia seguida, garantiu a cerveja dentro do estilo nos parâmetros químicos, sendo necessário então, uma análise sensorial da cerveja a fim de conferir seus parâmetros organolépticos e definir a cerveja elaborada neste trabalho como uma blonde ale.

A cor apesar de estar fora do estilo, sua pequena variação para o nível aceitável ao estilo cervejeiro demonstra que muito provavelmente essa variação ocorreu devido ao produto ser artesanal e não possuir uma filtragem, deixando sua cor turva e dificultando a análise no espectrofotômetro.

Com os resultados obtidos nesse trabalho é possível realizar novas pesquisas nesse campo, como o custo/benefício, reaproveitamento de resíduos como o bagaço e *trub* e o acompanhamento da sua estabilidade após um tratamento térmico aplicado, pasteurização, por se tratar de um produto com pH abaixo de 4,5.

REFERÊNCIAS

ARÊDES, S. C. L.; Oliveira C. D.; Silva J. F. e Carvalho R. M. M. Índice de acidez em cerveja. **Revista Científica Univiçosa**- volume 8- n. 1- 2016 p. 515-520

AQUARONE, EUGÊNIO, ET AL. **Biotecnologia Industrial**- São Paulo. Editora Bucher, 2001, volume 4.

BAMFORTH, C W. **BEER: Tapinto the art and Science of Brewing**, 2nd Ed. New York: Oxford university Press. 2003

BAMFORTH, C W. **Food, fermentation and micro-organisms**. Black well Science Ltda Blackwell Publishing Company, 2005.

BEER JUDGE CERTIFICATION PROGRAM. **Style guidelines for beer, mead and cider**. 2008 edition. Disponível em <www.bjcp.org> acessado em 03 de abri. 2019

BRASIL, **Decreto nº 6.871**, de 4 de junho de 2009. Regulamentação da lei Nº 8.918, de 14 de junho de 1994, sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de bebidas. Diário Oficial da União, Brasília, 4 de junho de 2009.

BRESIANI. Carlos Enrico. Artigo : 'O crescimento de 39,6% no número de cervejarias em 2016 espetacular' . Disponível em: <<http://blogs.oglobo.globo.com/aqui-se-bebe/post/artigo-o-crescimento-de-396-no-numero-de-cervejarias-em-2016e-espetacular.html>> acessado em 12 mar. 2019

BROOKSTON BEER BULLETIN. 500th Anniversary of the Reinheitsgebot. Disponível em: < <http://brookstonbeerbulletin.com/500th-anniversary-of-the-reinheits-gebot/>>. Acessado em 23 de mar. 2019

CERVEJAS DO MUNDO. Disponível em: <http://www.cervejasdomundo.com/Ingredientes2.htm> disponível em 08 de jun. de 2019

CERVEJARIA PETRA. Disponível em: <https://www.cervejapetra.com.br/tag/malte-de-cevada/> acessado em 08 de jun. de 2019

FILHO, Venturini (Coord.). **Bebidas alcólicas : Ciência e tecnologia**, volume 1. São Paulo: Bluncher, 2010.

LOJAS CAPIXABA. Disponível em: <http://blog.lojascapixaba.com.br/cerveja-ipa-conheca-tudo-sobre-esse-estilo/> disponível em 09 de jun. de 2019

IAL(INSTITUTO ADOLFO LUTZ). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos** 4. Ed. São Paulo: IAL,2008.

IMPORIO DO CERVEJEIRO. Disponível em:

<https://www.imperiodocervejeiro.com.br/produto/receita-blond-ale-20-lts/> disponível em 09 de jun. de 2019

INSTITUTO DA CERVEJA. Disponível em:

<https://www.institutodacerveja.com.br/blog/n145/dicas/afinal-o-que-o-lupulo-faz-realmente-na-cerveja> acessado em 08 de jun. 2019

MADRID, A; Cezano, I. e Vicente, J. M . **Manual da indústria de alimentos**. São Paulo: Varela, 1996.

MAPA. A cerveja no Brasil : o ministério da agricultura informando e esclarecendo.

Disponível em:> <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/pasta-publicacoes-DIPOV/a-cerveja-no-brasil-28-08.pdf>>. acessado em 30 de abri. 2019

MERCADO LIVRE. Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1070618579-moedor-moinho-de-discos-para-cevada-cerveja-artesanal-JM?quantity=1> disponível em 10 de jun. de 19

METROPOLES. Disponível em: <https://www.metropoles.com/alta-fermentacao/weissbier-tem-cheiro-de-banana-lembra-cravo-mas-e-cerveja>

disponível em 09 de jun. de 2019

MICROBEWIKI. Disponível em:

https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Saccharomyces_cerevisiae_NEU2011 disponível em 08 de jun. de 2019

MILLER, G. L. **Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar**. Analytical Chemistry, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959

MORDON, J. **A arte de fazer cerveja: ingredientes, técnicas e receitas para produzir a bebida** 1.ed. São Paulo: Publifolha, 2017

MORADO, R. **Larousse da cerveja** 1.ed. São Paulo: Alaúde editorial, 2017

MUXEL. Disponível em: <http://amuxel.paginas.ufsc.br/> acessado em 10 de jun de 2019

NELSON, D. L. **Princípios de bioquímica de Lehninger** 6.ed. Porto alegre: Artmed, 2014.

SILVA, Pedro Carlos Gama da; SAUTIER, Denis; SABOURIN, Eric; CERDAN, Claire Thuillier. Abrindo a porteira : correlação dos sistemas de produção com a comercialização e a transformação, num enfoque de pesquisa-desenvolvimento. 5-7p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/133376/abrindo-a-porteira-a-relacao-dos-sistemas-de-producao-com-a-comercializacao-e-a-transformacao-num-enfoque-de-pesquisa-desenvolvimento>>. Acessado em 30 de abri. 2019

SILVA, Jackson de Carvalho. **Produção de cerveja de umbu para o estado do Rio Grande do Norte**. 2017. TCC- Universidade Federal do Rio Grande do Norte-UFRN

VENTURINI, W. G. F. **Tecnologia de bebidas**. 1ed. São Paulo: Edgard Bucher Ltda. 2005.

VENTURINI, W. G. F. **Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**. 2.ed. São Paulo: Blucher, 2016.

WECONSULTORIA. Disponível em: <https://loja.weconsultoria.com.br/moinho-monster-2-rolos-de-2-0-p44973/> disponível em 10 de jun. de 2019