

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Instituto de Química - Câmpus de Araraquara.

Alexandre da Silva Murra

Receita Técnica Para Reprodução de
Cerveja Estilo Dark Lager

Araraquara
2.024

Alexandre da Silva Murra

Receita Técnica Para Reprodução de
Cerveja Estilo Dark Lager

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a Universidade Estadual
Paulista “Júlio de Mesquita Filho” como parte
dos requisitos para obtenção do título de
Especialista em Tecnologia Cervejeira.

Orientador: Prof. Dr. Leinig Antônio Perazolli.

Araraquara

2.024

FICHA CATALOGRÁFICA

M979r

Murra, Alexandre da Silva

Receita técnica para reprodução de cerveja estilo dark lager / Alexandre da Silva Murra. –

Araraquara : [s.n], 2024

61 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Lato Sensu – Tecnologia Cervejeira) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Química

Orientador: Leinig Antônio Perazolli

1. Receita. 2. Cerveja. 3. Cevada. 4. Malte. 5. Lúpulo.
I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Química, Araraquara. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

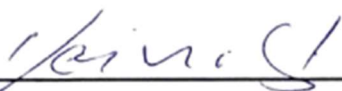
Alexandre da Silva Murra.

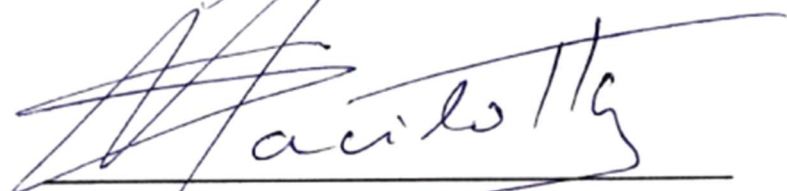
Receita Técnica Para Reprodução
de Cerveja Estilo Dark Lager.

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a Universidade Estadual
Paulista "Júlio de Mesquita Filho" como parte
dos requisitos para obtenção do título de
Especialista em Tecnologia Cervejeira.

Araraquara, 19 de abril de 2.024.

Banca examinadora



Prof. Dr. Leining Antonio Perazolli

Prof. Dr. João Fernando Sacilotto

Prof. Dr. Rodrigo Fernando Costa Marques

Este trabalho é dedicado à minha companheira e bela esposa pela nossa parceria firmada há anos, pelo acompanhamento dessa minha trajetória profissional, por fazer parte de tudo isso que agora nesta data se completa mais uma importante etapa durante esta jornada acadêmica.

À minha família, pois sem a base forte rochosa onde fomos criados e educados toda a nossa evolução de vida e de princípios não seria possível.

Aos meus amigos e colegas de curso, pela troca de experiências, pelas memórias compartilhadas e histórias geradas.

Aos professores e orientadores, pela orientação, paciência e sabedoria transmitida ao longo deste trabalho, um trabalho pioneiro que dará muitos frutos, pela coragem deste trabalho promissor de futuro brilhante, que servira de exemplo para tantos outros.

Um agradecimento em especial para a Cervejaria Nevada Ltda., por permitir a prática de novas experiências e principalmente no meu desenvolvimento profissional durante esta minha caminhada cervejeira.

Que este trabalho seja uma pequena forma de agradecer a todos que contribuíram para a minha formação acadêmica e pessoal.

Que este momento seja um marco não apenas para mim, mas para todos que fizeram parte desta caminhada.

Obrigado!

Alexandre da Silva Murra.

RESUMO:

A fabricação de uma Dark Lager é um processo que requer cuidado e atenção a cada etapa, desde a formulação até o momento em que é consumida. Para garantir a qualidade e consistência dessa cerveja, é fundamental seguir procedimentos específicos e realizar um acompanhamento meticuloso ao longo de todo o ciclo. O primeiro passo é desenvolver uma receita balanceada, esta cerveja apresenta uma base de maltes mais escuros, que conferem cor e sabores de malte tostado e caramelo. A seleção dos lúpulos deve ser moderada, visando equilibrar o perfil maltado sem sobressair o amargor. Maltes de alta qualidade e frescor são fundamentais para alcançar as notas características da Dark Lager. A água também desempenha um papel crucial; certifique-se de que seja adequada para o estilo, levando em conta o perfil mineral e pH. Na mosturação, ajuste a temperatura para promover a conversão eficiente dos amidos em açúcares fermentáveis. Na fervura, adicione lúpulos de acordo com o perfil desejado, respeitando os tempos e quantidades para alcançar o equilíbrio. Escolha uma levedura apropriada para o estilo, mantenha uma temperatura de fermentação estável e controlada, idealmente entre 10°C e 14°C. Após a fermentação principal, permita uma fase de maturação prolongada (*lagering*) em temperaturas mais baixas, para refinar os sabores e suavizar o produto final. Assegure-se de que os equipamentos estejam limpos e sanitizados para evitar contaminações. O nível de carbonatação deve ser ajustado de acordo com o estilo, utilizando métodos adequados de carbonatação. A Dark Lager é conhecida por sua cor escura, e por seus sabores maltados, que podem incluir notas de pão, caramelo, e leve tostado. É uma cerveja relativamente leve em corpo e amargor, com uma suavidade refrescante típica das cervejas lager. Para preservar o sabor e alcançar a receita original planejada, é essencial manter condições ideais de armazenamento e transporte, protegendo a cerveja da luz e de variações de temperatura. Também é importante seguir protocolos rigorosos de limpeza e sanitização em todas as fases do processo. A fabricação de cervejas de qualidade exige atenção aos detalhes em todas as etapas, desde a seleção dos ingredientes até o momento do consumo. Seguindo procedimentos adequados e mantendo padrões de excelência, é possível obter uma cerveja que reflita fielmente o estilo desejado, com suas características distintas e apreciáveis.

Palavras-chave: dark lager 1, receita 2, malte 3, amargor 4, *lagering* 5, cerveja 6.

ABSTRACT

The production of a Dark Lager is a process that requires care and attention at every stage, from formulation to consumption. To ensure the quality and consistency of this beer, it is essential to follow specific procedures and conduct meticulous monitoring throughout the entire cycle. The first step is to develop a balanced recipe; this beer features a base of darker malts, which impart color and flavors of toasted malt and caramel. The selection of hops should be moderate, aiming to balance the malt profile without overshadowing the bitterness. High-quality and fresh malts are essential to achieve the characteristic notes of Dark Lager. Water also plays a crucial role; make sure it is suitable for the style, considering mineral profile and pH. During mashing, adjust the temperature to promote efficient conversion of starches into fermentable sugars. During boiling, add hops according to the desired profile, respecting times and quantities to achieve balance. Choose an appropriate yeast strain for the style, maintain a stable and controlled fermentation temperature, ideally between 10°C and 14°C. After primary fermentation, allow for an extended maturation phase (lagering) at lower temperatures to refine flavors and smooth the final product. Ensure that equipment is clean and sanitized to prevent contamination. The level of carbonation should be adjusted according to the style, using suitable carbonation methods. Dark Lager is known for its dark color and malty flavors, which can include notes of bread, caramel, and light toastiness. It is a relatively light beer in body and bitterness, with a refreshing smoothness typical of lager beers. To preserve the flavor and achieve the planned original recipe, it is essential to maintain ideal storage and transportation conditions, protecting the beer from light and temperature variations. It is also important to follow rigorous cleaning and sanitization protocols at all process stages. Crafting quality beers requires attention to detail at every stage, from ingredient selection to consumption. By following proper procedures and maintaining standards of excellence, it is possible to obtain a beer that faithfully reflects the desired style, with its distinct and enjoyable characteristics.

Keywords: dark lager 1, recipe 2, malt 3, bitterness 4, lagering 5, beer 6.

LISTA DE FIGURAS:

Figura 1 –	Mapa da região europeia de regiões relevantes para o descobrimento da levedura lager.....	22
Figura 2 –	Demonstração Interna do Grão de Cevada.....	30
Figura 3 –	Representação da ação da β -amilase sobre os trechos lineares do amido (amilose), liberando duas moléculas de glicose (maltose) nas extremidades.....	46
Figura 4 –	Representação da ação da enzima α -amilase sobre os trechos lineares do amido (amilose), fazendo a quebra nas ligações α -1,4 interior, liberando cadeias maiores de glicoses ligadas (dextrinas).....	47
Figura 5 –	Fluxograma do processo de produção da cerveja.....	58

LISTA DE TABELAS:

Tabela 1 –	Perfil de Água por Estilo.....	24
Tabela 2 –	Ficha Tecnica Malte Pilsen.....	31
Tabela 3 –	Características do Malte Pilsen.....	32
Tabela 4 –	Características do malte Carafa Special II.....	34
Tabela 5 –	Características do Lúpulo Tradition.....	38
Tabela 6 –	Características do Lúpulo Saaz.....	40
Tabela 7 –	Ficha Tecnica de Receita.....	54

LISTA DE GRAFICOS:

Gráfico 1 –	Escala de Cor malte Pilsen - 2.5 a 4.5 EBC.....	32
Gráfico 2 –	Perfil Sensorial Pilsen.....	33
Gráfico 3 –	Escala de Cor malte Carafa Special II - 1.100 a 1.200 EBC....	34
Gráfico 4 –	Perfil Sensorial Carafa Special II.....	35
Gráfico 5 –	Perfil de Aroma Típico do Lúpulo Hallertauer Tradition.....	39
Gráfico 6 –	Perfil de Aroma Típico do Lúpulo Saaz.....	41
Gráfico 7 –	Características da levedura Saflager™ W-34/70.....	43
Gráfico 8 –	Patamares de Mostura.....	55
Gráfico 9 –	Perfil de Fermentação / Maturação.....	56

SUMÁRIO:

1. INTRODUÇÃO:	12
2. OBJETIVO:	13
3. METODOLOGIA:	13
4. DISCUSSÃO:	13
5. A CERVEJA:	14
6. HISTÓRIA GERAL DA CERVEJA:	15
7. DARK LAGER:	18
8. OS TIPOS DE INSUMOS:	22
8.1. ÁGUA:	23
8.1.1. ÍONS:	25
8.1.2. CÁLCIO (Ca^{2+}):	26
8.1.3. MAGNÉSIO (Mg^{+}):	27
8.1.4. SÓDIO (Na^{+}):	27
8.1.5. SULFATO (SO_4):	27
8.1.6. CLORETO (Cl^{-}):	28
8.1.7. BICARBONATO (CO_3^{2-}):	28
8.1.8. RELAÇÃO CLORETO-SULFATO:	28
8.2. MALTE:	29
8.2.1. COMPOSIÇÃO DO MALTE:	29
8.2.2. TIPOS DE MALTE:	30
8.2.3. MALTES UTILIZADOS PARA A PRODUÇÃO DE DARK LAGER:	31
8.2.3.1. MALTE PILSEN:	31
8.2.3.2. MALTE TOSTADO – COR E SABOR:	33
8.3. LÚPULO:	35
8.3.1. AMARGOR:	36
8.3.2. ESTABILIDADE DE ESPUMA:	36
8.3.3. CONSERVANTE NATURAL:	36
8.3.4. PROPRIEDADES BACTERIOSTÁTICAS:	37
8.3.5. POLIFENÓIS:	37
8.3.6. FORMAÇÃO E RETENÇÃO DE ESPUMA:	37
8.3.7. LÚPULOS UTILIZADOS PARA A PRODUÇÃO DE DARK LAGER:	38
8.3.7.1. LÚPULO HALLERTAU TRADITION:	38
8.3.7.2. LÚPULO SAAZ:	39
8.3.7.2.1. PERFIL AROMÁTICO – LÚPULO SAAZ:	40

8.4.	LEVEDURA:	41
8.4.1.	LEVEDURA UTILIZADA NA DARK LAGER:	42
8.5.	DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DE BRASSAGEM (RAMPAS E TEMPERATURAS):	43
8.5.1.	PROTEASE:	44
8.5.2.	BETA-GLUCANASE:	45
8.5.3.	AMILASE:	45
8.5.4.	BETA-AMILASE:	46
8.5.5.	ALFA-AMILASE:	47
8.5.6.	MANIPULANDO AS ENZIMAS:	48
8.5.7.	FILTRAÇÃO DO MOSTO / CLARIFICAÇÃO:	48
8.5.8.	LAVAGEM DO BAGAÇO:	49
8.5.9.	FERVURA:	49
8.5.10.	DESNATURAÇÃO DAS ENZIMAS:	50
8.5.10.1.	ISOMERIZAÇÃO DE ALFA-ÁCIDOS:	50
8.5.10.2.	FORMAÇÃO DE TRUB:	50
8.5.10.3.	EXTRAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS DO LÚPULO:	51
8.5.10.4.	CONCENTRAÇÃO DO EXTRATO – EVAPORAÇÃO DA ÁGUA:	51
8.5.11.	WHIRPOOL:	51
8.5.12.	RESFRIAMENTO:	51
8.5.13.	TRANSFERÊNCIA E AERAÇÃO:	52
8.5.14.	FERMENTAÇÃO / MATURAÇÃO:	52
8.6.	FICHA TECNICA DA RECEITA DARK LAGER:	54
8.7.	RAMPAS DE BRASSAGEM:	55
8.8.	PERFIL DE FERMENTAÇÃO E MATURAÇÃO:	55
8.9.	DECOÇÃO A FRIO:	56
9.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS:	57
10.	ANEXOS:	58
10.1.	FICHA DE BRASSAGEM:	59
10.2.	FICHA PARA ACOMPANHAMENTO DE FERMENTAÇÃO / MATURAÇÃO:	60
11.	CONCLUSÃO:	61

TECNICA PARA PRODUÇÃO DE CERVEJA ESTILO DARK LAGER:

1. INTRODUÇÃO:

Para explorar a fabricação da cerveja do tipo Dark Lager de forma abrangente, é fundamental considerar todos os estágios do processo, desde a formulação da receita até os detalhes da produção, visando garantir qualidade e consistência na cerveja final. Comece com um malte base que realce o caráter maltado desta cerveja escura, uma porção significativa de malte tostado ou torrado. Escolha lúpulos que complementem, mas não dominem, o perfil maltado. O ajuste da temperatura na mosturação tem que ser adequado para extrair os açúcares necessários para a fermentação, visando uma boa fermentação para compor o corpo da cerveja.

Na fervura, a duração e o momento da adição de lúpulo são críticos para equilibrar o amargor e o aroma a atenção na escolha e momentos de uso de cada lúpulo é crucial.

A escolha e a utilização de uma levedura apropriada para cervejas lager deve ser considerada como ponto chave, pois a capacidade de fermentar a baixas temperaturas exige uma dosagem maior de células de levedura. Manter um controle preciso da temperatura é ponto de atenção também, pois este acompanhamento evitará o surgimento de off-flavors.

Após a fermentação principal, permita um período de maturação prolongado em temperaturas próximas a zero, para a decantação de partículas e suavização dos sabores.

As características deste estilo de cerveja é o destaque e o equilíbrio entre malte e lúpulo, com notas sutis de torrefação, baixo amargor e uma textura suave. O registro de cada detalhe e de cada lote ajudará na adequação da receita ajustando os processos conforme necessário para se aproximar da receita planejada. Ao explorar cada uma dessas etapas com atenção aos detalhes e à precisão, será possível produzir consistentemente uma Dark Lager de alta qualidade, mantendo suas características distintivas e agradáveis.

2. OBJETIVO:

Estudar a produção de cerveja do estilo *Dark Lager*, a elaboração da receita e os detalhes de produção da mesma, os aspectos fundamentais de produção para garantir a qualidade e repetibilidade da cerveja produzida. Demonstrar a importância de registros e acompanhamentos durante todo o processo de fermentação, maturação, envase, carbonatação e até o serviço para o cliente. As principais características do estilo, além de técnicas e cuidados para manter o sabor e atingir com êxito a receita conforme fora projetada a produção de cerveja Dark Lager.

3. METODOLOGIA:

A metodologia deste trabalho foi estruturada com o intuito de alcançar uma compreensão dos processos envolvidos na produção da cerveja Dark Lager e dos elementos que impactam sua qualidade. Para isso, adotou-se uma abordagem mista, combinando análise qualitativa e quantitativa.

Inicialmente, realizou-se uma revisão dos métodos praticados em produção, consultando artigos, livros, apostilas e cursos, livros especializados em ciência cervejeira e artigos de associações cervejeiras. O objetivo foi coletar informações sobre as técnicas tradicionais e inovadoras na produção de cervejas do tipo Lager, com foco especial neste estilo da Dark Lager.

Após a revisão prática de processos, procedeu-se com um estudo de caso em uma cervejaria local. Foram observadas as práticas de produção, desde a seleção de ingredientes até o processo de fermentação e maturação. Observações durante as produções proporcionaram insights sobre as escolhas técnicas e os desafios enfrentados durante a produção.

Esta metodologia permitiu uma investigação detalhada dos fatores que influenciam a qualidade da cerveja Dark Lager, contribuindo para o desenvolvimento de práticas de produção mais eficientes e para a satisfação dos consumidores.

4. DISCUSSÃO:

A discussão dos resultados deste trabalho é sobre a produção de cerveja Dark Lager que revelou insights significativos sobre as práticas de produção e suas implicações na qualidade final do produto. Os principais aspectos discutidos são os resultados obtidos e as observações do estudo prático

comparados com as informações coletadas na prática, *in-loco* na fábrica, e verificou-se que as descobertas estão alinhadas com estudos anteriores que enfatizam a importância da seleção dos insumos e do controle de temperatura durante a fermentação. Este estudo também focou nas implicações práticas dos achados, especialmente no que tange à escolha de ingredientes e ao processo de maturação. A preferência por um perfil sensorial mais complexo sugere que os cervejeiros podem experimentar diferentes combinações de maltes para criar sabores únicos. Foram abordados os desafios encontrados durante a pesquisa, como as técnicas de produção que se refere a temperaturas de mosturação. Essas questões são cruciais para entender a generalização dos resultados e para planejar estudos futuros. Recomendações para futuras pesquisas, esta recomendação se dá em discussão e propõe recomendações para futuras pesquisas, como a exploração de novas rampas de mostura e o estudo do impacto de diferentes temperaturas para ativar e inativar as enzimas (alfa e beta-amilase) no corpo e textura da cerveja. A discussão integrou os resultados do estudo com o conhecimento existente, proporcionando uma visão dos fatores que influenciam a produção e a percepção da cerveja Dark Lager.

5. A CERVEJA:

Responsável por diversos avanços tecnológicos ao longo da história, como a criação da refrigeração pela necessidade de rigorosos controles de temperatura e as técnicas de estabilidade microbiológica, a cerveja atravessa o tempo sendo resgatada e inovada constantemente.

Cerveja é uma bebida alcoólica fermentada de cereais maltados ou não, principalmente cevada, podendo ser adicionado outros cereais como milho, arroz, centeio, aveia. Acrescido ao mosto, está a adição de água, lúpulo e levedura. Seu processo de fabricação envolve várias etapas, incluindo a mosturação (etapa de cozimento dos cereais com controle de temperatura e tempo para uma melhor extração dos açúcares, ativação e inativação de enzimas como a beta-amilase e alfa-amilase), fervura (esterilização do mosto, eliminação de compostos voláteis e adição de lúpulo (s) de aroma e/ou amargor), fermentação, maturação e carbonatação, respectivamente nesta ordem. O malte fornece os açúcares necessários para a fermentação, enquanto o lúpulo contribui com sabor, aroma e propriedades conservantes e bacteriostáticas. As

leveduras convertem os açúcares (maltose) em álcool e dióxido de carbono durante a fermentação trazendo complexidade e sabores. A cerveja possui uma ampla variedade com mais de 120 estilos catalogados pelo BJPC (*Beer Judge Certification Program*), incluindo recentemente na edição de 2.021 o primeiro estilo de reconhecimento nacional, o estilo Catharina Sour. Cada estilo com suas características específicas de sabor, cor e aroma. Características e especificidades oriundas das regiões de onde se criou cada receita, trazendo em suas origens características climáticas e geológicas (estilo pilsen, criado na cidade de Pilsner, República Tcheca, Vienna Lager, estilo criado na cidade de Viena, Áustria, estilo Munich Dunkel, criado na cidade de Munique, Alemanha, dentro outros exemplos) ou até mesmo condições econômicas da época (cerveja do estilo Porter, criada através da mistura de outros 3 estilos: Old Ale, Pale Ale e Mild Ale, este estilo de cerveja ficou muito conhecido devido ao consumo pelos estivadores em portos por volta dos anos de 1.700. Outro estilo conhecido e criado devido a condição política da época é o estilo Cream Ale, criado nos anos de 1.880 pelos americanos para combater os estilos de cervejas alemãs que estavam invadindo o Estados Unidos devido a crescente imigração de alemães para os EUA).

6. HISTÓRIA GERAL DA CERVEJA:

A cerveja é uma bebida milenar, em uma breve passagem por diversas fazes históricas da humanidade a cerveja está presente nas entrelinhas dos fatos, historiadores relatam indícios de cerveja em sítios arqueológicos da mesopotâmia e babilônia que datam de 13.000 a. C., nômades caçadores-coletores que armazenavam diversos tipos de cereais em jarros e acidentalmente a adição de água (água de chuva) houve a fermentação espontânea dos cereais, transformando assim uma receita primitiva de cerveja, talvez até um dos motivos para que esses povos fossem deixando de ser nômades e fixando suas plantações e cultivo. A princípio a descoberta da cerveja seria um presente divino, dado a nós mortais por deuses ou deusas como Ninkasi (deusa suméria da cerveja filha de Enqui e Ninti).

7.000 a.C. – Durante o período Paleolítico, a população da Mesopotâmia eram predominantemente caçadores-coletores nômades. Eles dependiam da natureza ao seu redor, coletando frutas, nozes, sementes e raízes, além de caçar

animais para obter carne e pele para roupas e abrigo. Esses grupos também cultivavam e colhiam uma espécie primitiva de cereal. Fragmentos de cerâmica descobertos em um vilarejo neolítico no sítio de Jiahu, na China, contêm vestígios de ingredientes encontrados em bebidas alcoólicas. Essa evidência sugere que esses caçadores-coletores podem ter utilizado o cereal para produzir um tipo preliminar de cerveja (Hughes, Greg – 2.014).

De acordo com Hughes, Greg (2.014, p. 14). “4.300 a.C. – Tabuas de argila babilônicas apresentam detalhes da receita de uma bebida alcoólica feita com cereais”.

No ano de 822, o Abade Adalhard, do Mosteiro Beneditino de Corbie, localizado no vale do Somme, próximo a Amiens, no norte da França, estabeleceu um conjunto de regras para a administração do mosteiro. Entre essas regras, estava a colheita suficiente de lúpulo para a produção de cerveja. Esse evento marca a primeira ligação documentada entre o lúpulo e a cerveja. O lúpulo, com suas propriedades de amargor e aroma, desempenha um papel fundamental na fabricação dessa bebida milenar (Hughes, Greg – 2.014).

725 - A fundação da primeira cervejaria comercial no mosteiro beneditino em Weihestephán, Alemanha, região da Baviera. Tornando a cervejaria mais antiga ainda em funcionamento. Por toda Europa a produção de cerveja se torna um empreendimento comercial para os monges, na idade média, a cerveja se torna uma das bebidas mais populares. Por ser fervida em uma das etapas de produção, a cerveja passa a ser uma fonte segura de hidratação, além disso, seu teor alcoólico a torna um importante composto de nutrição (Hughes, Greg – 2.014).

De 1.100 a 1.200 – o cultivo de comercial do lúpulo (*Humulus Lupulus*) começa no norte da Alemanha, seguido da exportação de cerveja lupulada.

1.412 – Primeiro registro de cerveja ale produzida com lúpulo na Inglaterra.

1.516 – Criada a lei de pureza da cerveja ou “Reinheitsgebot” na Baviera pelo duque Guilherme IV, em 23 de abril. A lei da pureza da cerveja instituiu que a cerveja deveria ser fabricada apenas com os seguintes ingredientes: água, malte de cevada e lúpulo.

Abaixo texto original da lei, proclamado por autoridade da Província da Baviera:
"Proclamamos com este decreto que, no Ducado da Baviera, bem como no país, nas cidades e nos mercados, as seguintes regras se aplicam à venda da cerveja:

- *Do dia de São Miguel (29 de setembro) ao dia de São Jorge (23 de abril), o preço para um litro ou um copo não pode exceder o valor de Munique do pfennig.*
- *Do dia de São Jorge (23 de abril) ao dia de São Miguel (29 de setembro), o litro não será vendido por mais de dois pfennig do mesmo valor, e o copo não mais de três Heller (sendo o Heller geralmente meio pfennig).*
- *Se isto não for cumprido, a punição indicada abaixo será administrada.*
- *Se todo cervejeiro tiver outra cerveja, que não a cerveja do verão, não deve vendê-la por mais de um pfennig por litro.*
- ***Além disso, enfatizamos que, no futuro, os únicos ingredientes usados para fabricação da cerveja devem ser cevada, lúpulo e água.***
- *Qualquer um que negligenciar, desrespeitar ou transgredir estas determinações será punido pelas autoridades da corte, que confiscarão tais barris de cerveja, sem falha.*
- *Se um comerciante no país, na cidade ou nos mercados comprar dois ou três barris da cerveja (que contém 60 litros) para revendê-los ao vendedor comum, apenas para este será permitido acrescentar mais um Heller por copo do que o mencionado acima. Além disso, deverá acrescentar um imposto e aumentos subsequentes ao preço da cevada (considerando também que os tempos da colheita diferem, devido à localização das plantações).*
- *O Ducado da Baviera terá o direito de fazer apreensões para o bem de todos os interessados."* (editado por Garrett Oliver - Oxford University Press, 2.011).

A Lei da Pureza da Cerveja é uma parte importante da história da cerveja e continua a influenciar a produção de cerveja de alta qualidade até hoje.

1.710 – O parlamento da Inglaterra institui a proibição de outros agentes para dar amargor que não seja o lúpulo, tal proibição visa a taxação da planta, com isso o lúpulo se torna o principal ingrediente responsável por proporcionar o amargor da bebida.

1.842 – A primeira Lager dourada é produzida em Pilsen, região da Boêmia.

O ano é 1.857, o químico francês Louis Pasteur descobre que a levedura é responsável pela fermentação alcoólica. Esta descoberta proporciona o controle da fermentação, o que resulta em cervejas de melhor qualidade (Hughes, Greg – p. 15 - 2.014).

7. DARK LAGER:

Dark Lager é o estilo de cerveja escolhido para este estudo detalhado e demonstrando a receita e técnicas de produção.

De acordo com o Beer Judge Certification Program (BJCP) 2.021:

Impressão Geral: Uma versão mais escura, mais rica e um pouco mais doce da International Pale Lager, com um pouco mais de corpo e sabor, porém igualmente contida no amargor. O baixo amargor deixa o malte como elemento principal de sabor e os baixos níveis de lúpulo contribuem muito pouco para o equilíbrio.

Aroma: Aroma sutil de malte. Aroma de malte caramelo e/ou torrado médio-baixo é opcional. Aroma de lúpulo floral, herbal e/ou condimentado leve é opcional. Perfil de fermentação limpo.

Aparência: Cor de âmbar profundo a marrom muito escuro, com limpidez brilhante e reflexos rubi. Espuma com cor de bege a castanho claro que pode ter baixa persistência.

Sabor: Dulçor de malte de baixo a médio. Sabor de malte caramelo e/ou torrado médio-baixo é opcional, possivelmente com notas de café, melaço, açúcar mascavo e/ou cacau. Sabor de lúpulo floral, herbal e/ou condimentado de baixa intensidade é opcional. Amargor de baixo a médio. Pode apresentar um caráter frutado muito leve. Final moderadamente bem definido. O equilíbrio é geralmente um tanto maltado. Sabores moderadamente fortes de malte torrado ou queimado são inapropriados.

Sensação na Boca: Corpo de leve a médio-leve. Suave, com leve cremosidade. Carbonatação de média a alta (Strong, Gordon - p. 18 – 2.021).

A cerveja Dark Lager é uma variedade que faz parte da família Lager, conhecida por ser leve e de baixa fermentação. Esta receita tem uma história que remonta a séculos deste a sua origem. A Dark Lager é da família das Lagers, ou seja, cervejas de baixa fermentação, cervejas produzidas com leveduras que atuam em temperaturas mais baixas. As cervejas do tipo Lager, surgiram na Alemanha na região da Baviera, no século XIV. A característica fundamental das cervejas Lager está na temperatura de fermentação, que pode variar de 9 °C a 15 °C, trazendo assim um perfil mais limpo de sabores com menos ésteres e partículas em suspensão, tornando as, cervejas mais límpidas, menos turva. A levedura responsável por essa transformação, a transformação de mosto em cerveja é chamada de *Saccharomyces pastorianus*.

De acordo com o artigo publicado pela FEMS Yeast Research – 2.023, por pesquisadores alemães onde revelam a possível história de origem das cervejas Lager. A levedura *Saccharomyces pastorianus*, conhecida por sua contribuição na produção de cervejas do tipo lager, é uma espécie híbrida originada do cruzamento entre a levedura de cerveja *Saccharomyces cerevisiae*, utilizada na fermentação de cervejas ale, e a *Saccharomyces eubayanus*, que é tolerante ao frio. Este evento de hibridização ocorreu por volta do início do século 17. Após uma análise minuciosa dos registros cervejeiros da Europa Central, sugere-se que o cruzamento crucial ocorreu quando a levedura *S. cerevisiae* de fermentação alta foi introduzida em um ambiente onde a *S. eubayanus* já estava presente, e não o contrário.

A prática da fermentação no fundo em certas regiões da Baviera antecede a data estimada para a hibridização em alguns séculos, indicando que essa técnica pode ter sido realizada através de misturas de leveduras, possivelmente incluindo a presença da *S. eubayanus*. Uma teoria viável sugere que a linhagem ancestral de *S. cerevisiae* pode ter surgido da cervejaria de trigo Schwarzach ou da cidade de Einbeck. A formação da *S. pastorianus* provavelmente ocorreu na Hofbräuhaus de Munique entre 1602 e 1615, período em que cervejas de trigo e lager foram produzidas simultaneamente.

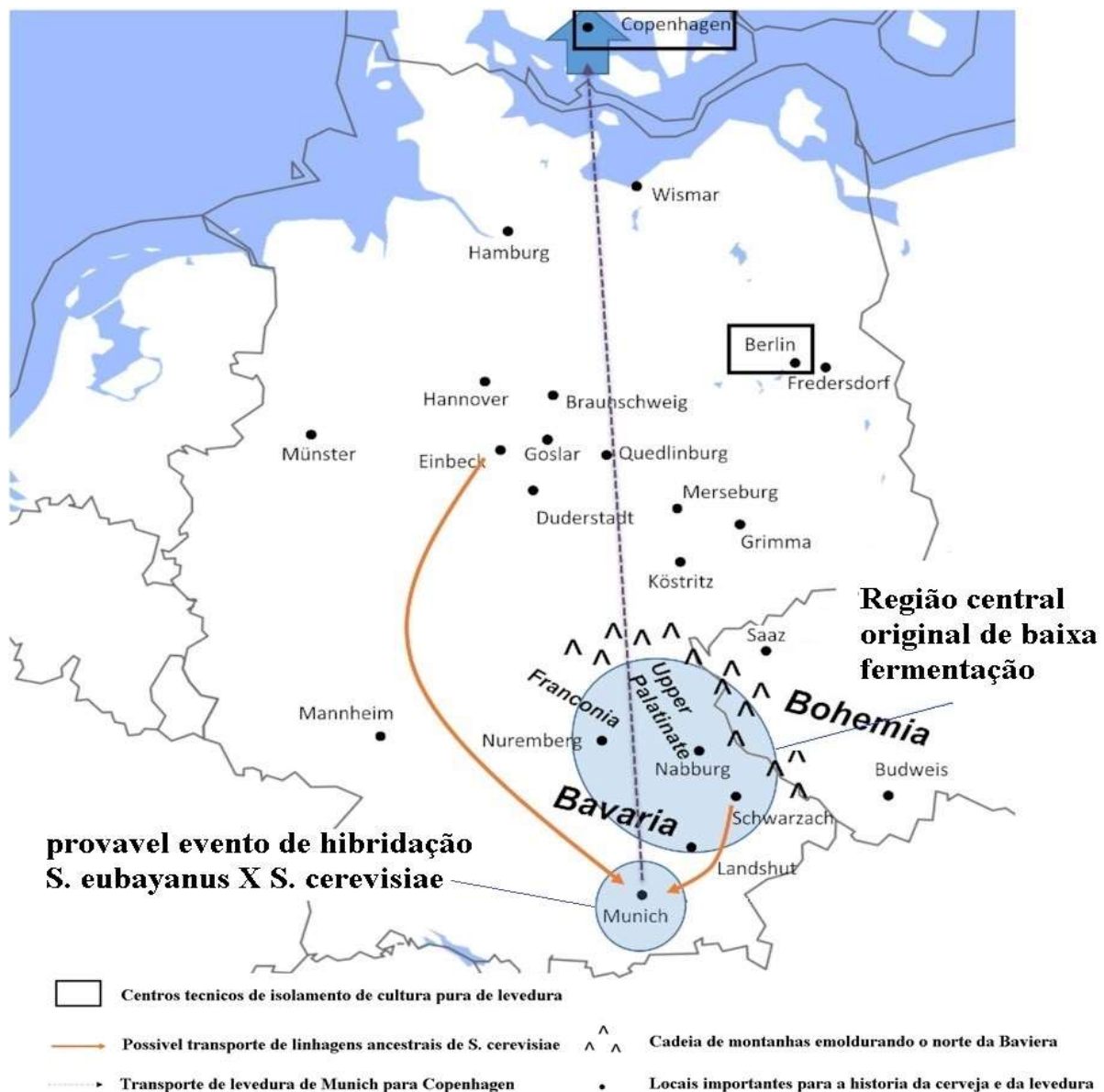
Além disso, é discutido como a distribuição das cepas da cervejaria Munich Spaten, juntamente com os avanços feitos por Hansen e Linder no desenvolvimento de métodos para a produção de culturas iniciais puras, contribuíram significativamente para a disseminação global das linhagens bávaras de *S. pastorianus*.

Dark Lager vem de uma ampla família de cervejas fermentadas a frio com uma herança comum que surgiu séculos atrás na Baviera e na vizinha Boêmia Tcheca. Antes do desenvolvimento dos maltes claros, todas as cervejas eram um tanto escuras, e isso incluía as cervejas lagers produzidas na Baviera pelo menos a partir de 1.500. Com o tempo, estas tornaram-se as variantes que hoje conhecemos como a dunkel e schwarzbier na Alemanha, černé pivô nas terras tchecas, escura no México e simplesmente dark Lager nos Estados Unidos. As versões tradicionais teriam sido produzidas a partir de maltes munick levemente caramelizados, mas hoje muitas são fabricadas a partir de uma base de malte claro com adições de maltes caramelo e chocolate para dar cor e sabor. Embora os perfis de sabor as vezes se tornem semelhantes aos do chocolate, eles tendem mais para um maltado limpo com notas de toffee e caramelo. O amargor do lúpulo tende a ser baixo a moderado. na região da Franconia, no norte da Baviera, e na República Tcheca, muitas versões são muito escuras, com notas de café e um charme rústico. São cervejas consumidas todos os dias e, portanto, raramente são doces e geralmente giram em torno de 5% de álcool por volume.

Muitas cervejarias americanas, que remontam a sua herança alemã comum, já produziram cervejas escuras. Estas começaram a desaparecer na década de 1.950, à medida que se instalava uma monocultura de pale Lager. As dark lagers ainda são produzidas por algumas grandes cervejarias internacionais, algumas são totalmente credíveis, enquanto outros ganham a sua aparência escura em grande parte devido a coloração caramelo. Hoje, muitos cervejeiros artesanais reviveram a dark Lager e ela é uma das favoritas nos cardápios de cervejarias da Carolina do Norte ao noroeste do pacífico. As dark lagers também são cada vez mais populares entre os entusiastas da cerveja Escandinávia, México, Brasil, Argentina, Japão e outros lugares. Parece provável que os próximos anos testemunhem um retorno refrescante das dark lagers em muitas partes do mundo (Garrett, Oliver – p.280 – 2.011).

O mapa da figura 1 mostra as regiões da Europa relevantes para a emergência e distribuição de *S. pastorianus*. As regiões mostradas devem ser entendidas em seu contexto histórico. Baviera denota o ducado/eleitorado original entre os Alpes, o Danúbio, o Salzach e o Lech. A Francônia compreende os territórios no noroeste da Baviera, limitado pelo Danúbio ao sul e pela cordilheira baixa (Frankenwald) ao norte. O Alto Palatinado compreende a região entre o Böhmerwald (baixa cordilheira da Boêmia), o Danúbio e as cadeias de montanhas baixas (Fichtelgebirge). A Boêmia descreve o antigo reino com sua capital, Praga. A fermentação superior era o principal método de fabricação de cerveja na maior parte da Europa, incluindo a Boêmia, mas a fermentação de fundo tornou-se comum no século 14 na Francônia e no Alto Palatinado. Uma vez que a Lei de Pureza da Cerveja (Reinheitsgebot) foi introduzida em 1516, a fermentação de fundo tornou-se universal na Baviera, com poucas exceções. Uma exceção era Schwarzbach, que tinha uma famosa cervejaria de trigo. A fabricação desta cerveja foi transferida para a Hofbräuhaus de Munique em 1602. A levedura de fermentação superior de Einbeck também chegou à Hofbräuhaus em 1615. A hipótese levantada neste artigo é que um desses eventos introduziu o *S. cerevisiae* pai de *S. pastorianus* no Hofbräuhaus de Munique. Aqui, hibridizou-se com o *S. eubayanus* que já era usado lá como parte da mistura de fermentação de fundo 'Stellhefen' (levedura de arremesso). A partir do início do século 19, leveduras da cervejaria Munich Spaten (o proprietário da Spaten Sedlmayer trabalhou anteriormente na Hofbräuhaus) foram amplamente distribuídas, inclusive para a cervejaria Carlsberg em 1845. Copenhague e Berlim tornaram-se os principais centros para o cultivo de *S. pastorianus* puro da Baviera Stellhefen e Grimma (sede da Cervejaria Froberg) e Saaz (lar da Bürgerliches Brauhaus) são locais-chave. (FEMS Yeast Research, Volume 23, 2023, foad023).

Figura 1: – Mapa da região europeia de regiões, relevantes para o descobrimento da levedura lager.



Fonte: FEMS Yeast Research, Volume 23, 2023, foad023

8. OS TIPOS DE INSUMOS:

Para qualquer receita de cerveja que se prepare, a importância e o conhecimento dos insumos se tornam muito importante para que se possa atingir o resultado esperado, o resultado que fora projetado pelo cervejeiro se torne realmente o produto final com as características esperadas na hora da degustação. Para que se possa ter melhor conhecimento dos ingredientes

necessários para a produção de uma receita de Dark Lager, será descrito abaixo com o detalhamento de cada um com suas características.

8.1. ÁGUA:

O monóxido de hidrogênio, conhecido como água, é essencial na composição da cerveja, constituindo a maior parte do líquido final. Sua estrutura molecular é composta por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio. A seleção da fonte de água para a produção cervejeira não é restrita a uma localidade específica, pois a água está disponível em diversas formas e fontes naturais, incluindo fontes superficiais e subterrâneas. A composição físico-química da água varia amplamente de acordo com a região e a fonte de captação. Essas variações podem impactar significativamente os processos de tratamento e adequação da água para a produção de cerveja. Na antiguidade, a escolha da localização das cervejarias era influenciada por essas características da água, determinando a viabilidade e o custo da instalação fabril. A qualidade da água influenciaria diretamente na escolha da região de onde a fábrica seria instalada.

Atualmente, embora ainda incorra em custos de processo, os tratamentos e ajustes dos sais minerais na água para a produção de cerveja se tornaram financeiramente acessíveis, simplificando a seleção de locais ou as vezes é fator não determinante para estabelecer a localização de uma cervejaria. Ao realizar a captação de água da natureza, independentemente da fonte, a melhor abordagem para determinar sua composição físico-química é por meio de um laboratório especializado em análises. O laudo resultante dessas análises deve fornecer a quantidade de cada íon mineral dissolvido na água, permitindo correções e ajustes específicos para diferentes estilos de cerveja, como segue na tabela 1 de correções de sais abaixo:

Tabela 1: Perfil de Água por Estilo:

LISTA DE ESTILOS	CÁLCIO	MAGNÉSIO	SULFATO	CLORETO
1A. Light American Lager	50-60	0-30	0-50	50-100
1D. Munich Helles	50-60	0-30	0-50	50-100
1E. Dortmunder Export	75-150	0-30	50-150	50-100
2A. German Pilsner (Pils)	50-75	0-30	50-150	50-100
3A. Vienna Lager	50-75	0-30	0-100	50-150
4A. Dark American Lager	50-75	0-30	0-50	50-150
4B. Munich Dunkel	50-75	0-30	0-50	50-150
6C. Kölsch	50-100	0-30	0-50	0-100
12A. Brown Porter	50-75	0-30	50-150	50-100
12B. Robust Porter	50-75	0-30	50-150	50-150
12C. Baltic Porter	50-75	0-30	50-150	50-150
13A. Dry Stout	50-75	0-30	50-150	50-100
13B. Sweet Stout	50-75	0-30	50-150	50-150
13C. Oatmeal Stout	50-75	0-30	50-150	50-150
13D. Foreign Extra Stout	50-75	0-30	50-150	50-150

Fonte: Palmer, John – Water 2.013.

Na tabela 1 acima pode se notar as variações e teores de sais de acordo com cada estilo de cerveja, ou seja, fazendo os ajustes de acordo com a análise laboratorial físico-química da água que será utilizada para a produção, é possível ajustar o perfil de acordo com a localidade de onde o estilo fora criado pela primeira vez. Desta forma a receita criada na Baviera, em Munich, em Viena, com a água daquela localidade, pode ser produzida em qualquer parte do mundo, fazendo com que a receita seja replicada com as mesmas características daquela localidade.

A água desempenha um papel fundamental no processo cervejeiro, agindo como solubilizante para todos os compostos extraídos do malte, do lúpulo, além disso, a água exerce influência sensorial na cerveja, particularmente na percepção tátil conhecida como "sensação de boca". Para garantir a qualidade do produto final, é essencial que a água utilizada seja potável, livre de contaminantes, odores e sabores estranhos, e isenta de cloro e seus derivados, bem como íons de ferro, os quais podem conferir sabores indesejáveis. Portanto, a utilização de água proveniente de uma fonte segura é de extrema importância no processo cervejeiro. Podendo haver complementações de filtros de partículas para dar maior garantia de qualidade e mais segurança no processo de brassagem.

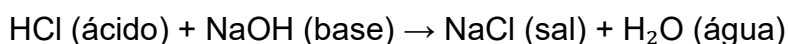
8.1.1. ÍONS:

Os sais são substâncias químicas formadas por ligações iônicas entre átomos. A função inorgânica dos sais engloba compostos iônicos que possuem pelo menos um cátion diferente de H^+ e um ânion diferente de OH^- . Esses compostos são amplamente encontrados em nosso cotidiano, sendo utilizados na alimentação e em outras áreas (Palmer, John J. Water, 2.013).

Alguns Exemplos de Sais:

- **Cloreto de sódio ($NaCl$):** Popularmente conhecido como sal de cozinha;
- **Carbonato de cálcio ($CaCO_3$):** Presente em mármore e calcário;
- **Sulfato de cálcio ($CaSO_4$):** Componente do giz escolar e gesso;
- **Bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$):** Utilizado na culinária, medicamentos e como agente de limpeza.

Essas substâncias geralmente se formam por meio de reações de neutralização, nas quais um ácido e uma base reagem.



Na formação de um sal, ocorre a transferência de elétrons entre átomos, caracterizando a ligação iônica. Um átomo de metal doa elétrons (cátion), enquanto um átomo de ametal os recebe (ânion). Os sais apresentam algumas características gerais:

- São compostos iônicos (formados por íons, não moléculas);
- Muitos têm sabor salgado (embora nem todos sejam comestíveis);
- Possuem aspecto sólido e cristalino;
- Em solução, podem conduzir corrente elétrica, pois seus íons se dissolvem em água;
- Têm elevados pontos de fusão e ebulição;
- Muitos são higroscópicos, absorvendo água do ambiente.

A classificação dos sais depende da reação de formação:

1. **Sais neutros ou normais:** Resultam de uma reação de neutralização completa, não alterando o pH quando dissolvidos em água.
2. **Sais de caráter ácido:** Formados quando nem todos os H^+ do ácido reagem durante a neutralização.
3. **Sais de caráter básico:** Resultam de uma reação de neutralização parcial, com maior concentração de ânions OH^- do que cátions H^+ .

Cada íon desempenha funções distintas no processo de fabricação do mosto e, posteriormente, na cerveja pronta.

8.1.2. CÁLCIO (Ca^{2+}):

Por exemplo. Sua origem e formas, o cálcio é encontrado nas formas de sais de cloreto de cálcio ($CaCl_2$), sulfato de cálcio ($CaSO_4$) ou carbonato de cálcio ($CaCO_3$). Esses sais são adicionados ao mosto durante a produção de cerveja com a função de redução do pH, o cálcio age no mosto reduzido seu pH. Isso ocorre quando ele reage com o fosfato proveniente do malte. Formação de trub: contribui para a formação de trub (sedimentos provenientes do malte e lúpulo, proteínas coaguladas que precipitam para o fundo da tina de fervura) no processo de whirlpool. Clarificação: ajuda na clarificação do mosto pré-fervura e da cerveja pronta após a fermentação. Atividade enzimática: o cálcio preserva a atividade enzimática da alfa-amilase, importante para a conversão de amido em açúcares fermentáveis. As concentrações de cálcio no limite inferior no mosto é de 50 ppm, quanto ao limite superior é de 200 ppm. Alguns cuidados devem ser levados em consideração, como o uso excessivo de cálcio pode resultar em um sabor mineralizado na cerveja, recomenda-se trabalhar com níveis próximos ao limite inferior, especialmente se a fonte de água já contém baixas concentrações de cálcio, em modo geral, o cálcio desempenha um papel crucial na qualidade e nas características sensoriais da cerveja, e seu controle é essencial para obter os resultados desejados.

8.1.3. MAGNÉSIO (Mg⁺):

É encontrado em sais de sulfato de magnésio (MgSO₄), o magnésio desempenha um papel importante na produção de cerveja. Ele reduz o pH de maneira semelhante ao cálcio, porém com metade do potencial. Além disso, o magnésio é um nutriente de grande importância para as leveduras, sendo necessário em uma concentração de 5 ppm. O limite superior recomendado é de cerca de 40 ppm. Algumas literaturas indicam que um mosto com densidade próxima de 1.048 SG pode conter até 100 ppm de magnésio provenientes apenas dos maltes. No entanto, o EBC Manual of Good Practice, Vol. 13 — Mashing and Mash Separation, estabelece um limite superior de 86 ppm. Acima dessa concentração, o sabor da cerveja pode se tornar ácido e amargo, enquanto abaixo desse limite, não há impacto significativo no sabor da cerveja.

8.1.4. SÓDIO (Na⁺):

Encontrado na forma de cloreto de sódio e bicarbonato de sódio, o sódio é amplamente utilizado como realçador de sabores. No entanto, concentrações a partir de 100 ppm podem impactar negativamente o sabor, resultando em notas salgadas. O EBC Manual of Good Practice, Vol. 13 — Mashing and Mash Separation, sugere que cervejas ale são menos afetadas pelo efeito do sódio associado ao cloreto do que as cervejas lagers, devido ao perfil sensorial das lagers serem mais leves na maioria dos estilos, como a pilsen e american light lager.

8.1.5. SULFATO (SO₄):

Este íon é encontrado em sais como o sulfato de cálcio e o sulfato de magnésio. Ele está associado às águas sulfatadas de Burton, onde as concentrações podem atingir até 850 ppm. No entanto, a recomendação geral é utilizar no máximo 150 ppm desse íon na produção de cerveja. O sulfato tem impacto significativo nas características da cerveja como no destaque do lúpulo onde o sulfato realça o sabor do lúpulo, tornando-o mais perceptível sensorialmente, isto é o principal objetivo na produção das IPAs (India Pale Ale). O sulfato contribui para um amargor mais perceptível na cerveja, isso pode ser vantajoso em estilos que buscam um perfil mais amargo com destaque nos lúpulos de maior alfa-acido. O sulfato também ajuda a reduzir o dulçor residual

da cerveja, proporcionando um final mais seco após a degustação. Mas também nem tudo são flores, há cuidados a serem observados, como o uso excessivo que pode resultar em um sabor mineralizado na cerveja, altas concentrações de sulfato podem resultar em off-flavor sulfuroso (H_2S), que remete a odores de repolho e ovo podre. O controle de forma cuidadosa das concentrações de sulfato é essencial para obter os resultados desejados, equilibrando suas características sensoriais, ou seja, não há como se utilizar os sais sem antes saber o resultado por análise dos parâmetros da água que será utilizada em produção.

8.1.6. CLORETO (Cl^-):

Este íon pode ser aplicado na forma dos sais cloreto de cálcio e cloreto de sódio. Sua utilização deve ser limitada a no máximo 200 ppm. O cloreto acentua as características do malte, proporcionando sabores doces e cheios. No entanto, concentrações acima de 100 ppm podem corroer a superfície do aço inoxidável.

8.1.7. BICARBONATO (CO_3^{2-}):

O bicarbonato é indicado até o limite superior de 500 ppm, ele é empregado para aumentar a dureza da água e manter o pH do mosto em níveis altos. No entanto, altas concentrações de bicarbonato podem dificultar a acidificação natural durante a fermentação, aumentando a chance de contaminação.

8.1.8. RELAÇÃO CLORETO-SULFATO:

A relação entre o cloreto e o sulfato está totalmente ligada ao balanço de maltado e lupulado, no que se refere à sensação de final seco e final mais cheio, e essa relação é apontada como mais efetiva do que a própria quantidade de íons empregada. A ideia é que prevaleça uma relação maior de cloreto quando for desejável uma cerveja em que o malte é destaque, enquanto uma relação maior de sulfato propicia uma característica mais lupulada à bebida finalizada. O efeito causado por esse balanço entre os sais é muito perceptível na cerveja, e uma forma prática de evidenciar isso, sugerida pelo livro *Water: A Comprehensive Guide for Brewers*, é um experimento onde se separam diversos copos da mesma cerveja e dois copos com água aquecida. Em cada copo com

água aquecida, colocam-se alguns gramas de cloreto de cálcio em um copo e sulfato de cálcio no outro. Mistura-se bem com a ajuda de uma colher e usa-se um canudo ou uma pipeta para retirar uma pequena quantidade dessas águas modificadas e dosar nas amostras de bebida, em relações diferentes, degustando, em seguida, para entender a interação desses ions na cerveja pronta. (Básico em produção de cervejas artesanais, SENAC SP, p. 25 - 2.020).

8.2. MALTE:

O malte é o grão de cereal, na maioria, grãos de cevada, desenvolvidas e específicas para o mercado cervejeiro, ou seja, a cevada criada e melhorada geneticamente para a indústria cervejeira. Que passou pelo processo de germinação ao ser embebido em água e, posteriormente, teve seu crescimento interrompido por meio da secagem com ar quente com tempos e temperaturas controladas, em um procedimento conhecido como malteação. Esse processo é fundamental na produção de cerveja, whisky, leite maltado dentre outros produtos. Durante a malteação, o grão de cevada (ou outros cereais como trigo, centeio, aveia) desenvolve enzimas essenciais, como α -amilase (alfa-amilase) e β -amilase (beta amilase), que transformam os amidos do grão em diferentes tipos de açúcares, incluindo glicose, maltose, maltotriose e maltodextrinas. Além disso, outras enzimas, como proteases, quebram as proteínas do grão para que possam ser utilizadas pelas leveduras durante a fermentação.

8.2.1. COMPOSIÇÃO DO MALTE:

O malte também contém pequenas quantidades de outros açúcares, como sacarose e frutose, que já estão presentes no grão. A conversão desses açúcares em açúcares fermentáveis ocorre durante o processo de mosturação. A cevada é o grão mais comumente maltado, mas outros cereais também podem passar pelo processo. O malte forma-se a partir de sementes de cereal embebidas em água fria. Quando o grão absorve o máximo de água possível (cerca de 45% de umidade), ocorre a germinação. O resultado é chamado de malte verde. A cor do malte varia conforme o grau de torra. O malte tostado pode adquirir colorações entre o vermelho e o preto, passando por cores como caramelo, chocolate e outros extremamente tostados. Técnicas primitivas de malteação eram praticadas desde a Idade Média, e o malte era produzido principalmente entre os meses de outubro e maio. Com o desenvolvimento

técnico, começou uma nova era de malte, em resumo, o malte é a espinha dorsal da cerveja, influenciando características como teor alcoólico, cor, corpo e sabor.

Figura 2: Demonstração Interna do Grão de Cevada:



Fonte: Maltaria Agraria.

8.2.2. TIPOS DE MALTE:

Existem diferentes tipos de malte, que podem ser divididos em 2 categorias, malte base e malte especial. malte base: Malte Pilsen: É o malte base mais comum e amplamente utilizado na produção de cervejas claras e leves, como as Pilsners e Lagers. Ele confere uma cor clara e um sabor suave à cerveja. Malte Pale Ale: Um pouco mais escuro que o Pilsen, o malte Pale Ale é amplamente empregado em estilos como as ales e as India Pale Ales (IPAs). Ele adiciona um sabor maltado mais pronunciado e uma cor âmbar à cerveja.

Malte Vienna: O malte Vienna é intermediário em termos de cor e sabor. Ele é utilizado em estilos como as Vienna Lagers e as Oktoberfest. Esse malte

confere uma cor dourada e um sabor maltado suave à cerveja. O malte Munique é um malte com origem na cidade de Munique, Alemanha. Ele desempenha um papel essencial na produção de cervejas, adicionando características distintas aos estilos, como sabores de pão tostado, nozes, sua coloração âmbar também contribui para a riqueza de sabores deste malte, que podem variar de diferentes tipos de torra, deste o munich light, Munich I e Munich II, dando mais ou menos características de caramelo ao malte.

Os maltes especiais, são utilizados em menores quantidades e fazem a composição de sabores e cores nas receitas, são maltes especiais são produzidos para contribuir com características únicas para a cerveja, como cor, sabor, corpo, estabilidade da espuma, por exemplo. Ao contrário dos maltes base, os maltes especiais fornecem pouco ou nenhum poder enzimático (diastático). Maltes como Carahed, Caramunich I, II e III, Carafa Special, Red X, malte de trigo, malte chocolate, dentre diversos outros tipos de malte que variam com suas cores e sabores distintos.

8.2.3. MALTES UTILIZADOS PARA A PRODUÇÃO DE DARK LAGER:

8.2.3.1. MALTE PILSEN:

Confere à cerveja uma cor dourada brilhante. É visualmente atraente e contribui para a aparência clara e límpida da cerveja. Possui um sabor suave e neutro, permitindo que outros ingredientes, como lúpulo e o malte tostado com notas de café e chocolate, se destaquem também.

Tabela 2: Ficha Técnica do Malte Pilsen:

Parâmetro	Mínimo	Máximo	Unidade
Umidade	-	4,8	%
Extrato de moagem fina i.a.*	80,5	-	%
Rendimento esperado	76,6		%
Tempo de sacarificação	-	10	min
Fiabilidade	81	-	%
Cor de cocção	-	7	EBC
B-glucanas	-	180	mg/l

Parâmetro	Mínimo	Máximo	Unidade
Viscosidade	1,45	1,60	mPa.s
Poder diastático	245	-	°WK
Proteína	10,0	11,8	%
FAN	140	-	mg/100g

Fonte: Agraria Laudos.

Gráfico 1: Escala de Cor: Malte Pilsen – 2.5 a 4.5 EBC (European Brewery Convention):



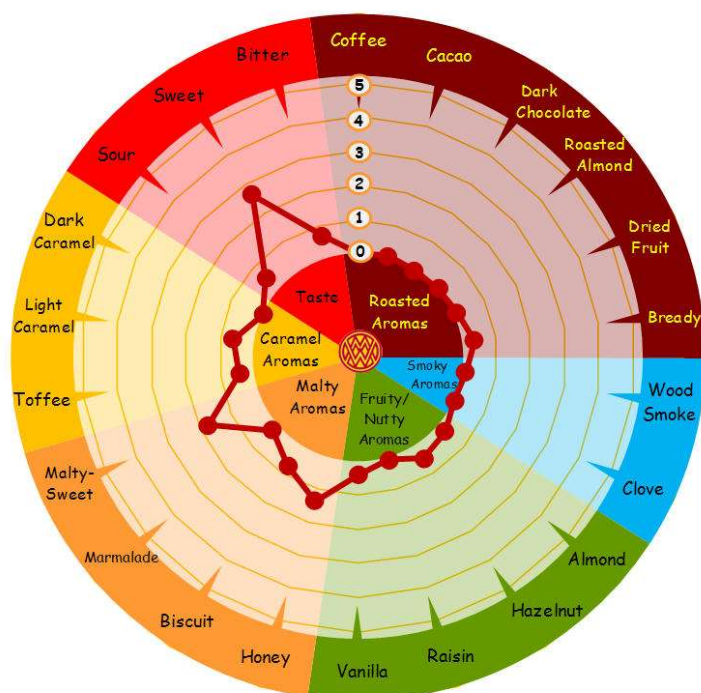
Fonte: Catálogo Malzfabrik Weyermann.

Tabela 3: Características Comerciais do Malte Pilsen:

 Malte Pilsen / <i>Malte Base</i>			
Cor do mosto:	2,5 a 4,5 EBC	Quantidade:	Até 100%
Utilização:	Malte altamente modificado com níveis favoráveis de proteína e glucanos. Excelentes propriedades de clarificação. Alta eficiência de extrato para uma confiável produção em qualquer equipamento e método de brassagem. Para cervejas Pilsen, sem álcool e como base para os demais estilos.		
Resultado:	Fornece à cerveja um corpo considerável, assim como uma boa formação e retenção de espuma. Aromas maltados e adocicados com sutis notas de mel.		

Fonte: Catálogo Malzfabrik Weyermann.

Gráfico 2: Demonstração Gráfica do Perfil Sensorial do Malte Pilsen Referente aos Sabores:



Fonte: Catálogo Malzfabrik Weyermann.

8.2.3.2. MALTE TOSTADO – COR E SABOR:

Na composição da receita dark lager, há a adição de 7,2% de malte tostado, o que remete a sabores como café, chocolate amargo e cacau característicos do estilo dessa cerveja. O malte utilizado comumente é o Carafa Special II (maltaria Weyermann), que tem por característica principal ser um malte preparado por um processo especial onde é realizada a retirada das cascas dos grãos de cevada, fazendo com que seja reduzido a zero a adstringência de taninos presentes na casca do malte, com isso, os sabores podem ser melhor explorados pelos cervejeiros na execução das receitas. O malte Carafa Special II, contribui para o aumento do corpo da cerveja, sua adição resulta em uma cor avermelhada a vermelho profundo (quase preto) à bebida, este tipo de malte intensifica ainda mais o aroma de malte além de trazer leve caráter de caramelo.

Gráfico 3: Escala de Cor: Malte Carafa Special II – 1.100 a 1.200 EBC (European Brewery Convention):



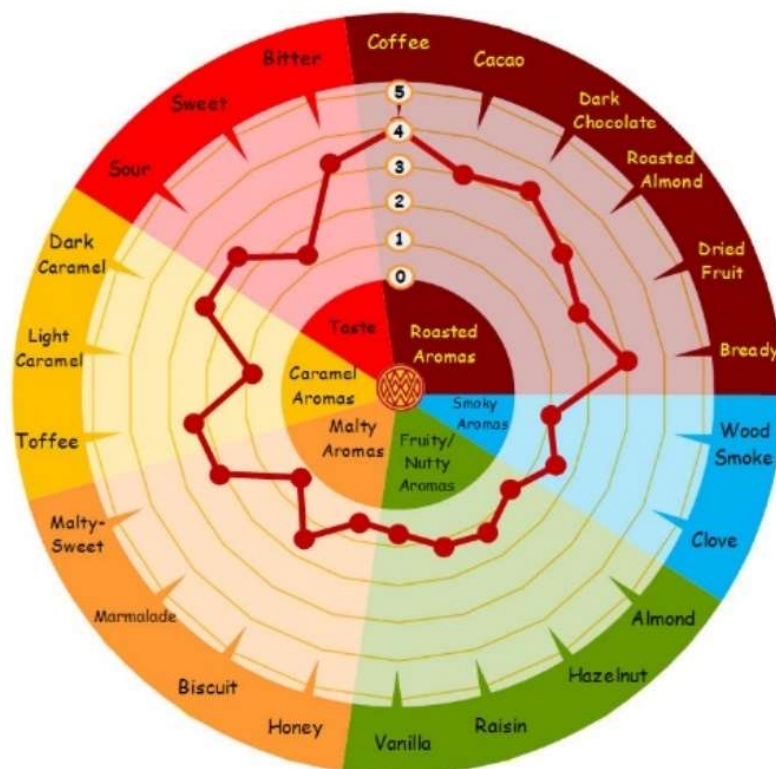
Fonte: Catálogo Malzfabrik Weyermann.

Tabela 4: Características comerciais do malte Carafa Special II:

 Carafa® Especial Tipo II <i>/ Malte Especial Torrado</i>			
Cor do mosto:	1100 a 1200 EBC	Quantidade:	Até 5%
Utilização:	Schwarzbier, cervejas escuras, Bock, Stout, Altbier e Porter.		
Resultado:	Fornece para a cerveja cor marrom-café, aroma suave de torrado, notas de café, cacau e chocolate escuro. Por meio de utilização de um processo especial de polimento das cascas, há uma redução significativa do amargor, o que resulta em cervejas escuras mais suaves.		

Fonte: Catálogo Malzfabrik Weyermann.

Gráfico 4: Demonstração Gráfica do Perfil Sensorial do Malte Carafa Special II Referente aos Sabores:



Fonte: Catálogo Malzfabrik Weyermann.

8.3. LÚPULO:

O lúpulo (*Humulus lupulus*) é uma planta trepadeira de flor cônica, amplamente cultivada em regiões de clima temperado com chuvas adequadas e invernos moderados. Essas condições são comuns nas latitudes entre 35° e 55° tanto no hemisfério sul quanto no hemisfério norte. Os principais produtores mundiais de lúpulo incluem a Alemanha (35%), os Estados Unidos (24%), a República Tcheca (11%) e a China (9%) (FIRJAN, 2014).

Na produção de cerveja, as folhas da planta de lúpulo são descartadas, e apenas as flores cônicas são selecionadas. Essas flores contêm glândulas chamadas lupulina, localizadas especialmente na base das pétalas. A lupulina é rica em compostos essenciais para a fabricação da cerveja. Esses compostos contribuem sensorialmente para o produto final. Alguns desses componentes incluem:

8.3.1. AMARGOR:

O lúpulo equilibra o dulçor residual proveniente do malte, conferindo à cerveja um sabor característico de acordo com cada variedade de lúpulo, alguns sabores como: frutas cítricas, herbal, toranja, frutas amarelas, são características do lúpulo, que remete ao sabor dessas frutas.

8.3.2. ESTABILIDADE DE ESPUMA:

O lúpulo ajuda a manter uma espuma duradoura e cremosa na cerveja, cervejas mais lupuladas como as IPAs, tem maior retenção de espuma, e um dos fatores é a alta concentração de lúpulo em suas composições.

8.3.3. CONSERVANTE NATURAL:

Além disso, o lúpulo atua como um conservante natural, prolongando a vida útil da cerveja. O lúpulo desempenha um papel fundamental na qualidade e no perfil sensorial das cervejas, tornando-se um ingrediente indispensável na produção dessa bebida milenar. (FIRJAN, 2014).

A lupulina, componente essencial do lúpulo (*Humulus lupulus*), possui uma composição rica em substâncias amargas que são chamadas de Alfa-Acido e Beta-Acido, o lúpulo contém resinas que incluem essas duas substâncias insolúveis em água. Quando aquecidas e isomerizadas, transformam-se em ácido iso-alfa e outros compostos derivados do ácido beta, que são solúveis. O ácido iso-alfa é o principal responsável pelo amargor na cerveja, embora os compostos provenientes dos ácidos beta também contribuam para essa sensação.

Foto: Flor de Lúpulo / Lupulina.



Fonte: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento / Divulgação.

8.3.4. PROPRIEDADES BACTERIOSTÁTICAS:

Além do amargor, o alfa-ácido também possui propriedades bacteriostáticas. Eles inibem a reprodução de bactérias gram-positivas, contribuindo para a preservação da cerveja e evitando contaminações microbiológicas.

A quantidade de iso-alfa-ácido solubilizada no mosto cervejeiro é fundamental para determinar o amargor da cerveja. Esse valor é expresso em Unidades Internacionais de Amargor (IBU), onde 1 IBU equivale a 1,0 mg ou 1,0 ppm de iso-alfa-ácido no mosto. Embora a concentração de IBU esteja relacionada ao amargor medido na cerveja, não é o único fator determinante para que uma cerveja seja percebida como mais amarga do que outra, do ponto de vista sensorial.

8.3.5. POLIFENÓIS:

São componentes presentes no lúpulo e representam aproximadamente 2% a 5% de suas substâncias. Eles desempenham diversos papéis na produção de cerveja como: Agente Antioxidante e Coagulante, os polifenóis atuam como antioxidantes, protegendo a cerveja contra danos oxidativos, ou seja, a degradação devido ao contato da cerveja com o oxigênio. Além disso, eles se ligam a proteínas provenientes do malte, contribuindo para a coagulação e clarificação do mosto, devido ao aumento do peso das moléculas, há uma precipitação maior das partículas, carregando-as para o fundo da tina de fervura, onde fará a aglutinação do trub quente.

8.3.6. FORMAÇÃO E RETENÇÃO DE ESPUMA:

Os polifenóis auxiliam na formação e estabilidade da espuma na cerveja. No entanto, o excesso de polifenóis em suspensão pode resultar em um amargor desagradável e rasgante tornando o amargor desagradável ao paladar. Por outro lado, os óleos essenciais presentes no lúpulo também desempenham um papel crucial na cerveja final. Esses óleos contêm diversas substâncias aromáticas, algumas bem voláteis que devido a evaporação na fervura é arrastada para fora do mosto cervejeiro pelo arraste de vapor, estas substâncias contribuem para os sabores característicos da cerveja. Algumas categorias de sabores associadas aos óleos essenciais do lúpulo são:

- **Herbais:** Eucalipto, ervas, chás de erva, menta etc.;
- **Cítricos:** Laranja, limão etc.;
- **Floral:** Flores, perfume, gerânio etc.;
- **Picantes:** Pimenta, especiarias etc.;
- **Resinoso:** Madeira, pinho, bosque etc.;
- **Frutado:** Frutas tropicais, frutas vermelhas, frutas amarelas etc.

Esses óleos essenciais contribuem para a complexidade e diversidade de sabores encontrados nas cervejas, tornando cada experiência de degustação única onde vai se completando os sabores do malte com os sabores e aromas do lúpulo

8.3.7. LÚPULOS UTILIZADOS PARA A PRODUÇÃO DE DARK LAGER:

8.3.7.1. LÚPULO HALLERTAU TRADITION:

Criado na Alemanha para replicar o perfil do Mittelfruh, mas com melhor rendimento e maior resistência a doenças. Assim como o seu ancestral, é floral, herbal e sutil (Hieronymus, Stan – p.165 – Lúpulo).

O lúpulo Tradition é um tipo clássico cultivado na região de Hallertau, na Alemanha. Ele é conhecido por seu aroma floral e herbal, com toques de especiarias e notas terrosas. Sua intensidade de amargor é moderada, tornando-o uma escolha ideal para cervejas tradicionais, como Pilsner, Helles, Altbier e Kölsch e é claro, a Dark Lager. Além disso, o Tradition contribui para a formação e retenção de espuma, bem como para a preservação da cerveja, inibindo o crescimento de bactérias gram-positivas. É um lúpulo autêntico que acrescenta qualidade e sabor refinado às cervejas.

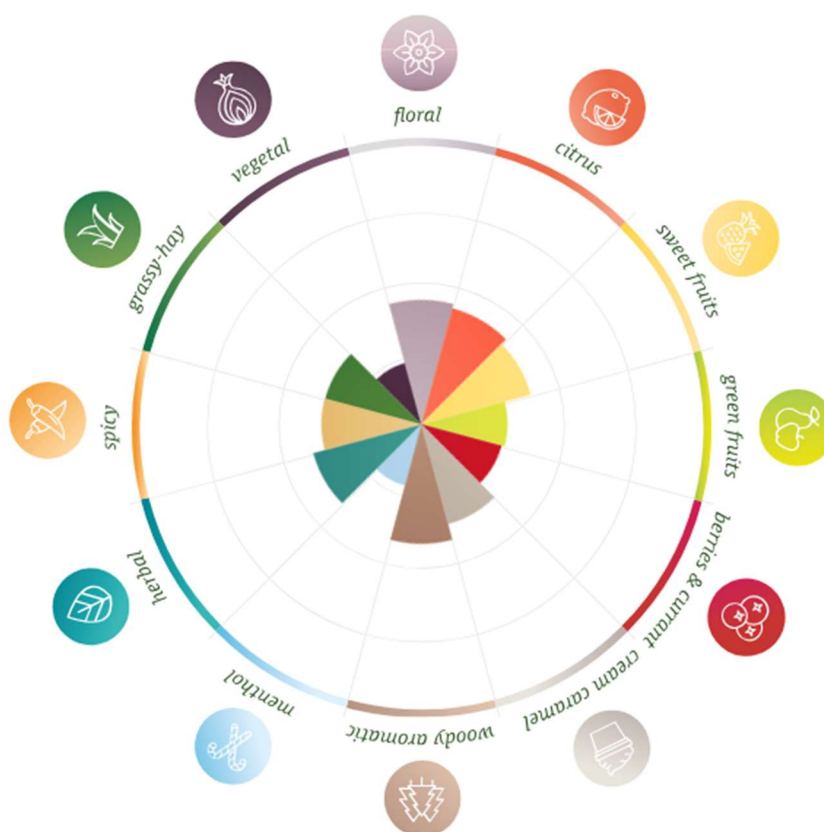
Tabela 5: Características do lúpulo Tradition:

Alfa Ácido:	4 – 7%	Óleo Total:	0,5 – 1%
Beta Ácido:	3 – 6%	Cohumulona:	24 – 30%
Mirceno:	17 – 32%	Farneseno:	<1%
Humuleno:	35 – 50%	Cariofileno:	10 – 15%

Fonte: Hieronymus, Stan – p.165 – Lúpulo.

Hallertauer Tradition apresenta aromas principalmente cítricos e de limão combinados com notas amadeiradas, herbais e grama verde (LNF BarthHaas).

Gráfico 5: Perfil Aromático – Lúpulo Tradition:



Fonte: LNF BarthHaas.

8.3.7.2. LÚPULO SAAZ:

O lúpulo Saaz é um dos lúpulos mais tradicionais, originário da República Tcheca. Ele pertence à categoria dos lúpulos nobres e desempenha um papel fundamental na produção de cervejas clássicas, como a Pilsner Urquell e a Budějovický Budvar (conhecida como Budweiser na República Tcheca).

Alguns dos principais aspectos desse lúpulo: Aroma Suave e Picante. O Saaz é conhecido por seu aroma floral e herbal, com toques sutis de especiarias. Essas características contribuem para a complexidade sensorial das cervejas em que é utilizado. Baixo teor de alfa ácido, com cerca de 3,8%, o Saaz é mais aromático do que amargo. Isso o torna ideal para adicionar sabor sem sobrecarregar a cerveja com amargor.

Há mais de 700 anos, o Saaz é associado à tradição de fabricação das cervejas do estilo Pilsner, sua origem remonta à cidade de Žatec, também chamada de Saaz em alemão, localizada na região da Boêmia, na República Tcheca, este lúpulo é um ingrediente autêntico e essencial para criar cervejas de alta qualidade, com sabores refinados e equilibrados.

Tabela 6: Características do Lúpulo Saaz:

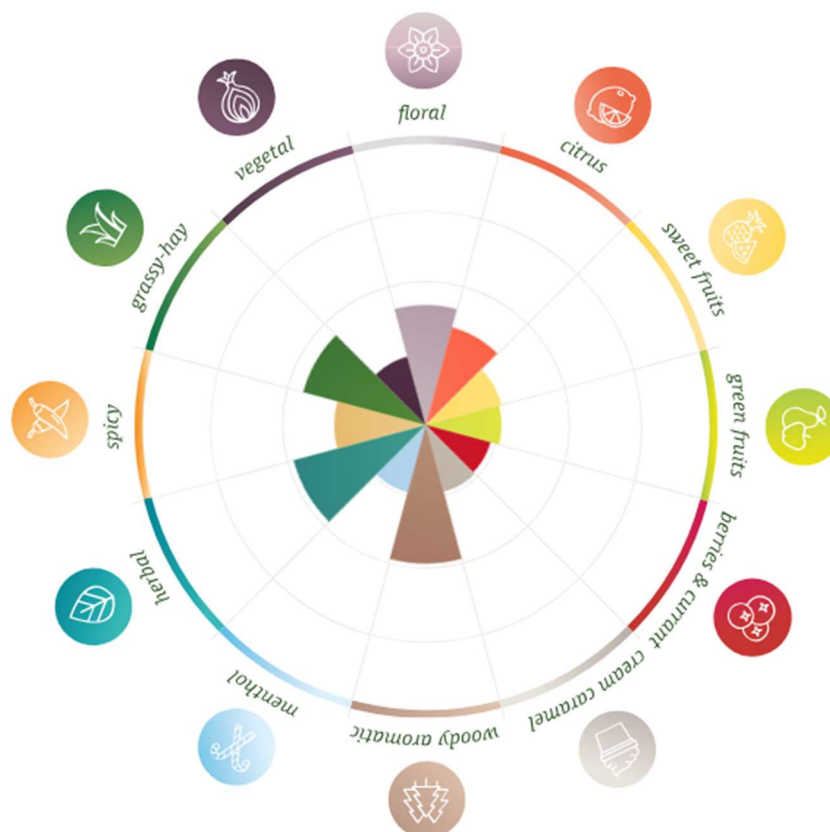
Alfa Ácido:	3 – 6%	Óleo Total:	0,4 – 1%
Beta Ácido:	4,5 – 8%	Cohumulona:	23 – 26%
Mirceno:	25 – 40%	Farneseno:	14 - 20%
Humuleno:	15 – 25%	Cariofileno:	10 – 12%

Fonte: Hieronymus, Stan – p.165 – Lúpulo.

8.3.7.2.1. PERFIL AROMÁTICO – LÚPULO SAAZ:

Os aromas do lúpulo Saaz são predominantemente picantes e amadeirados, como estragão, lavanda, cedro e bacon defumado. Além disso, alguns componentes florais e doces, como sabugueiro, rosa e camomila, e nuances de creme-caramelo de mel completam agradavelmente o perfil de sabor (LNF BarthHaas).

Gráfico 6: Perfil de Aroma Típico do Lúpulo Saaz:



Fonte: LNF BarthHaas.

8.4. LEVEDURA:

Levedura cervejeira refere-se a um tipo específico de fungo microscópico, geralmente da espécie *Saccharomyces Cerevisiae*, que é utilizado na produção de cerveja. Esta levedura desempenha um papel fundamental no processo de fermentação da cerveja, onde converte os açúcares presentes no mosto (a mistura de malte e água) em álcool e dióxido de carbono, através de um processo metabólico conhecido como fermentação alcoólica. Além de produzir álcool, a levedura também contribui para o sabor, aroma e outras características sensoriais da cerveja, tornando-se um componente essencial na produção de diversas variedades de cerveja ao redor do mundo. (White, C., Zainasheff, J. Título: *Yeast: The Practical Guide to Beer Fermentation*. 2010).

A levedura é a responsável por transformar o mosto em cerveja, além de produzir álcool, a levedura produz diversos outros compostos durante a

fermentação, esses compostos incluem ésteres, fenóis e outros subprodutos da fermentação que conferem características únicas a cada estilo de cerveja.

A cepa de levedura utilizada na fermentação influencia diretamente nas características finais da cerveja, como teor alcoólico, corpo, amargor e aroma, a escolha da levedura é crucial para garantir a consistência e a qualidade da cerveja produzida. A levedura também desempenha um papel na atenuação, que é a medida da capacidade da levedura de consumir os açúcares presentes no mosto. Além disso, diferentes cepas de levedura têm diferentes perfis de fermentação, o que pode afetar a velocidade e a eficiência da fermentação, bem como as características finais da cerveja.

A levedura é um componente essencial na produção de cerveja, influenciando não apenas a transformação dos ingredientes em cerveja, mas também suas características sensoriais e qualidade final (Briggs, D.E., Boulton, C.A., Brookes, P.A., Stevens, R. Título: *Brewing Science and Practice*. 2004).

8.4.1. LEVEDURA UTILIZADA NA DARK LAGER:

Essa cepa de levedura originária da Alemanha, é usada mundialmente na indústria cervejeira, permite produzir cervejas com bom equilíbrio de aromas florais e frutados e traz sabores limpos e alto drinkability à cerveja. A levedura cervejeira W-34/70, também conhecida como SafLager™ W-34/70, é uma cepa de levedura originária da famosa cervejaria Weihenstephan, na Alemanha. Ela é amplamente utilizada na indústria cervejeira em todo o mundo (Fermentis).

É uma escolha frequente entre os fabricantes de cerveja tipo lager devido às suas propriedades tecnológicas, essa levedura se tornou a mais popular entre os produtores de cervejas lager e é utilizada tanto nas indústrias cervejeiras quanto nos cervejeiros artesanais. Esta levedura traz características de aromas e sabores com um bom equilíbrio de aromas florais e frutados, perfil limpo que contribui para sabores limpos e cervejas de alta drinkability. A levedura SafLager™ W-34/70, é da família das *Saccharomyces pastorianus*, levedura que atua em baixas temperaturas, entre 12°C e 18°C. A dosagem da levedura pode ser feita diretamente ao mosto já resfriado, após a fervura e devidamente oxigenado, esta dosagem pode variar de 80 a 120 g/hl (hectolitro).

Gráfico 7: Características da levedura SafLager™ W-34/70:



Fonte: Fermentis.

8.5. DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DE BRASSAGEM (RAMPAS E TEMPERATURAS):

O processo de brassagem envolve várias etapas, desde a definição da receita, a seleção dos insumos, etapas que vão até o envase final (seja em garrafas, latas, barril).

A brassagem tem por finalidade juntar a água e os grãos para, através das ações enzimáticas que foram produzidas na malteação, nas etapas de mosturação, as enzimas dispostas nos grãos lá na malteação, agora ficam disponíveis para que ocorra as ações enzimáticas dentro da cervejaria, nas tinas de produção da cerveja durante o processo de cozimento. Alguns compostos do malte disponíveis para extração e solubilização no meio em que se encontram, como proteínas e açúcares fermentáveis e não fermentáveis.

A quantidade de água a ser utilizada deve ser em torno de 2,7 a 3 litros de água para cada quilo de malte, não é necessariamente uma regra, porém esta proporção deve ser levada em consideração.

A ação das enzimas que ocorrem durante o processo de mostura depende do quanto estas enzimas estão dispostas no malte, nos maltes que foram selecionados para a receita em questão. As enzimas são muitas, porém algumas se destacam por terem grande ação na formação do mosto, cada qual com suas particularidades de extração/ativação, temperaturas e pH ideal para que haja a ativação da mesma. São elas que atuam sobre a quebra do amido presente nos grãos, dos glucanos, e as que atuam sobre as proteínas no malte.

Nessa fase, o malte triturado é misturado com água e aquecida a 67°C por 1 hora. O pH e a temperatura do mosto é monitorado durante esse período. Aqui, ocorre a conversão do amido em açúcares fermentescíveis através da ação das enzimas. As enzimas são proteínas que agem como catalizadores em diversas reações químicas, ativadas principalmente no processo de malteação. Algumas das principais enzimas são: protease (enzima que atua nas proteínas), amilase (enzima que atua nos amidos). A partir de uma mesma receita de grãos, o cervejeiro pode manipular estas enzimas através de temperaturas de ativação e inativação para fazer a manipulação e obter diferentes resultados.

As enzimas aceleram reações que levariam muito tempo para acontecer, para alguns minutos ou até mesmo segundos, além das enzimas os maltes podem oferecer diversos outros compostos.

O malte de cevada por exemplo pode fornecer cerca de 55% de amido, 10,7% de proteínas, 4,5% de umidade, 3,5% de lipídios, 0,5% de beta-glucanos, 1,5% de peptídeos e aminoácidos e cerca de 7,5% de açúcares livres. As enzimas disponíveis no próprio malte irão catalisar reações de quebra desses compostos para formar outros compostos que podem agregar atributos sensoriais, físicos e químicos ao produto final (BOAN, Matin. Tecnologia Cervejeira, p. 69 – 2.014).

As enzimas são influenciadas pela temperatura e pelo pH, sendo que cada uma delas atuam da melhor forma de acordo com cada um desses fatores, porém deve ser controlado esses fatores, pois em altas temperaturas as enzimas são desnaturadas e param de atuar no processo químico de transformações enzimáticas.

8.5.1. PROTEASE:

São enzimas de extrema importância no processo de fabricação de cerveja. Durante o estágio conhecido como descanso proteico, as proteases entram em ação, a função primordial é hidrolisar as proteínas presentes no malte, convertendo-as em aminoácidos. Esses aminoácidos desempenham um papel crucial na nutrição das leveduras, contribuindo para o processo de fermentação, além disso, as proteases podem influenciar diretamente na formação e estabilidade da espuma da cerveja.

É importante ressaltar que o próprio processo de malteação já realiza boa parte das transformações necessárias, no entanto, seu uso inadequado pode afetar a retenção da espuma e afetar o corpo da cerveja.

A faixa ótima de temperatura para a atuação eficaz das proteases situa-se entre 45°C e 55°C, e o pH ótimo para atuação delas ficam entre 3,9 e 8,8, pois a partir de 60°C essa enzima é inativada pela temperatura.

8.5.2. BETA-GLUCANASE:

A beta-glucanase é uma enzima que desempenha um papel crucial na degradação dos beta-glucanos presentes no malte durante o processo de produção de cerveja, essa enzima atua especificamente sobre os beta-glucanos, que são complexos de polissacarídeos e têm a propriedade de aumentar a viscosidade do mosto, tornando o processo de clarificação mais desafiador e demorado. Grãos como o centeio possuem um teor elevado desses compostos. Quando utilizados em grande quantidade, os beta-glucanos podem resultar em uma cerveja com textura mais licorosa.

A temperatura ótima para a ação da beta-glucanase está entre 40°C e 45°C, o pH ideal para sua atividade enzimática varia entre 4,5 e 4,8. A temperatura de inativação dessa enzima ocorre a 55°C.

A beta-glucanase desempenha um papel fundamental na modificação das características do mosto, influenciando diretamente a qualidade e a textura da cerveja final.

8.5.3. AMILASE:

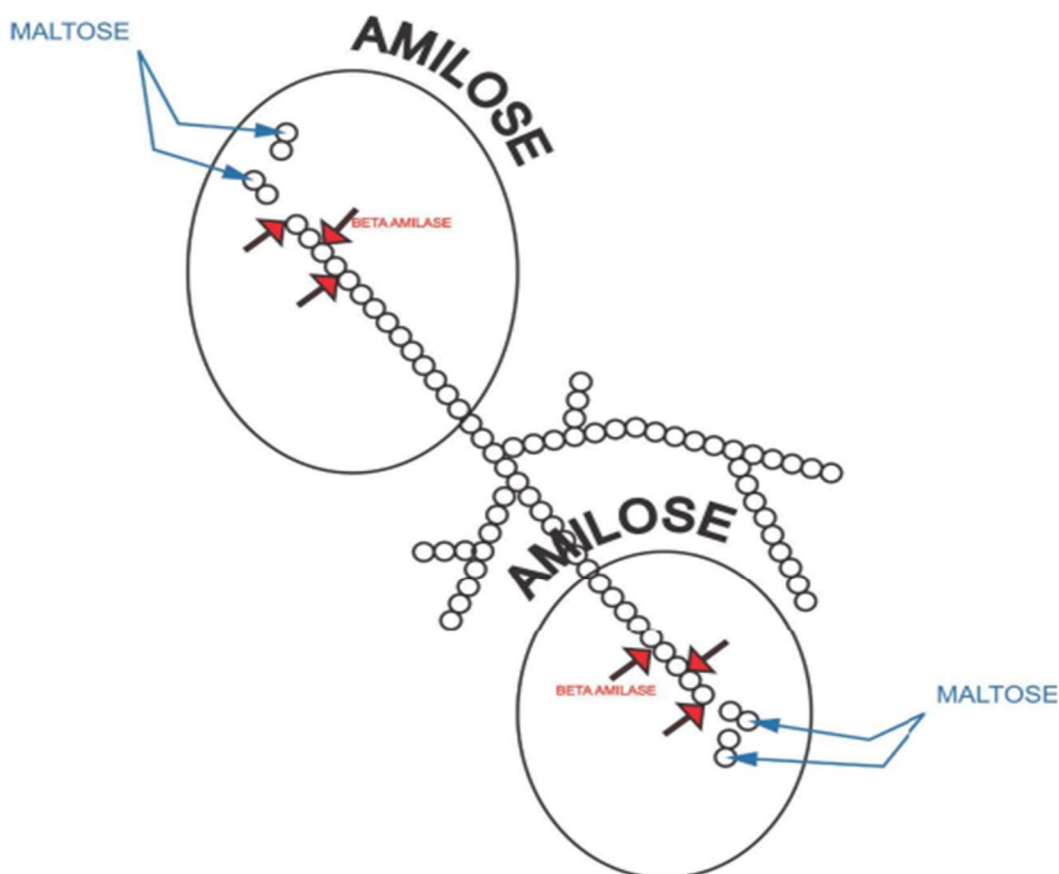
As amilases são enzimas de relevância significativa no contexto da degradação do amido, as amilases atuam diretamente na hidrólise do amido. Três tipos de amilases são particularmente relevantes para o processo: a β -amilase, a α -amilase. O amido do malte é composto por várias moléculas de glicose ligadas, algumas ramificadas e outras não, os trechos não ramificados, chamados de amilose, representam entre 20% e 30% do amido e podem conter até 2.000 moléculas de glicose ligadas, por outro lado, as partes extremamente ramificadas, denominadas amilopectina, compõem de 70% a 80% do amido e podem conter mais de 10.000 moléculas de glicose ligadas. A estrutura da amilose assume um arranjo helicoidal. À medida que as enzimas atuam sobre a amilose, ela perde gradualmente seu formato helicoidal. As amilases fazem a

modificação do amido durante o processo de brassagem, influenciando diretamente suas características e propriedades da cerveja durante a produção.

8.5.4. BETA-AMILASE:

β -amilase (beta-amilase) é uma enzima que atua no amido, quebrando ligações α - 1, 4 extremas, formando sempre como produto, moléculas de maltose (duas moléculas de glicose ligadas), sendo a maltose um carboidrato fermentável e necessário para o mosto. A sua temperatura ótima de atuação é entre 60 e 65°C com pH entre 5.4 e 5.6, a temperatura de inativação é 70°C (BOAN, Matin. Tecnologia Cervejeira, p. 69 – 2.014).

Figura 3: Representação da ação da β -amilase sobre os trechos lineares do amido (amilose), liberando duas moléculas de glicose (maltose) nas extremidades.

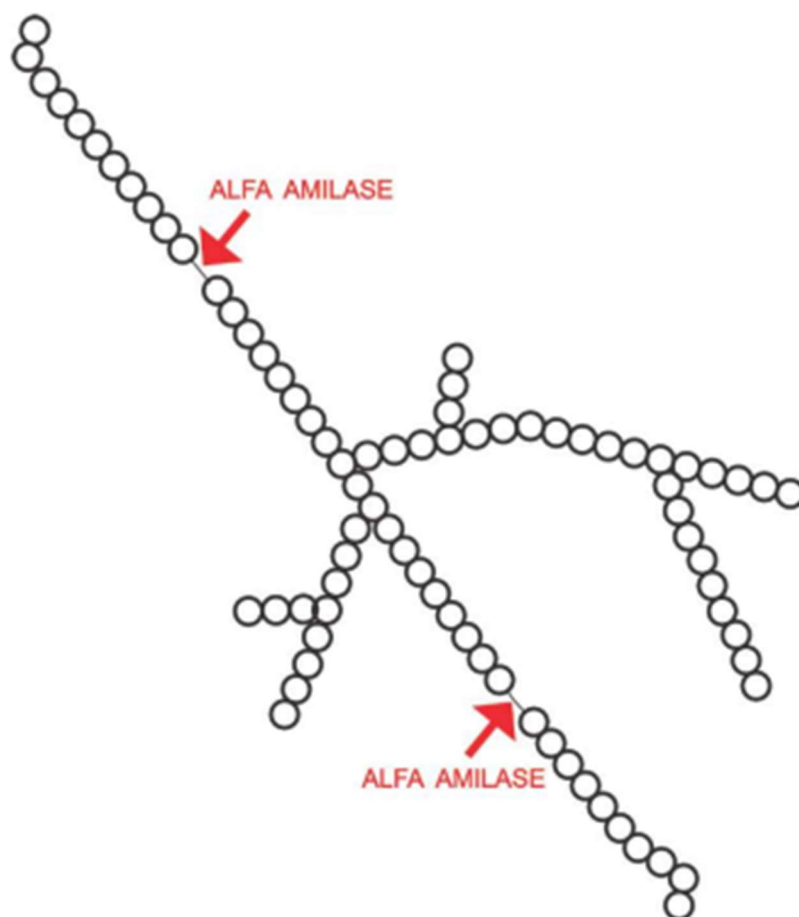


Fonte: Ilustração: Conrado Mioni.

8.5.5. ALFA-AMILASE:

α -amilase (alfa amilase), assim como a β -amilase, atua em ligações α - 1,4, porém interior. Isso significa que ela atua no meio da cadeia de inúmeras glicoses ligadas que compõem o amido, não nas extremidades, formando, como produto final, dextrinas. Dextrina é uma longa cadeia de glicoses, ramificada ou não, não fermentável pela levedura cervejeira, contribuindo assim com dulçor e corpo para a cerveja. Sua temperatura ótima de atuação está entre 70 e 75 °C, em que 80°C é sua temperatura de inativação. O pH ótimo para sua ação fica entre 5,6 e 5,8 (BOAN, Matin. Tecnologia Cervejeira, p. 69 – 2.014).

Figura 4: Representação da ação da enzima α -amilase sobre os trechos lineares do amido (amilose), fazendo a quebra nas ligações α - 1.4 interior, liberando cadeias maiores de glicoses ligadas (dextrinas)



Fonte: Ilustração: Conrado Mioni.

8.5.6. MANIPULANDO AS ENZIMAS:

Conhecendo as ações das enzimas, é possível projetar um mosto baseado no que se espera com o produto final, por meio de uma mostura escalonada (ou rampas de mostura), por exemplo:

"Faremos uma cerveja do estilo Dark Lager, com corpo médio, refrescante, com teor alcoólico médio", com base nessas informações, podemos analisar e observar que teremos que realizar uma rampa de parada proteica na faixa de temperatura das enzimas que atuam nas proteínas para aumentar a sensação de corpo, em média, por 1 hora.

8.5.7. FILTRAÇÃO DO MOSTO / CLARIFICAÇÃO:

Após o processo de mostura, o mosto ainda está em contato com o bagaço e apresenta turbidez, fragmentos de grãos e cascas. Para obter um mosto límpido, é essencial realizar o processo de clarificação. Nos métodos de obtenção de mosto, como o uso de fundo falso, bazooka ou single vessel, a clarificação é crucial para evitar que fragmentos de grãos passem para o processo de fervura. Esses fragmentos podem afetar negativamente o sabor, aroma e cor da cerveja. As telas de filtragem não filtram diretamente o mosto; em vez disso, elas retêm toda a carga de bagaço formando uma camada espessa chamada "cama de grãos". Essa camada atua como um elemento filtrante enquanto o mosto é recirculado. O processo de clarificação é fundamental para obter um mosto limpo e de qualidade. Em geral, o mosto (líquido resultante da brassagem) é filtrado para remover componentes insolúveis.

O processo de clarificação termina no momento em que se decide trasfegar o mosto clarificado para a panela de fervura. Esse mosto clarificado, resultado da mostura e da clarificação, tem o nome de "mosto primário" (*first wort*) e deve ser removido da panela de clarificação até que seja possível medir 1 cm de coluna de mosto acima da "cama de grãos", interrompendo então o fluxo. A finalidade de preservar uma quantidade de mosto na panela acontece por dois fatores:

- Não expor a "cama de grãos" ao oxigênio, o que possibilitaria que compostos ainda presentes fossem oxidados, agregando possíveis defeitos sensoriais no produto acabado (oxidação);

- Impossibilitar caminhos preferenciais durante a etapa de lavagem do bagaço (*fly-sparge*), dando condições de a lavagem fluir no mesmo sentido que em que fluiu o primeiro mosto, passando por toda a "cama de grãos" e, assim, extraindo com melhor eficiência os açúcares que sobraram. (BOAN, Matin. Tecnologia Cervejeira, p. 69 – 2.014).

8.5.8. LAVAGEM DO BAGAÇO:

Após o processo de clarificação e a transferência do primeiro mosto à panela de fervura, é necessário fazer a "lavagem do bagaço" para extrair os açúcares restante que ainda existem na "cama de grãos". O volume ideal de água de lavagem deve ser entre 4 a 5 l/kg de malte. A água de lavagem deve ter um pH ideal entre 5,0 e 6,0, pois, durante o processo lavagem, com a extração dos açúcares, outros compostos ficam disponíveis para extração, muitos desses indesejáveis na cerveja, principalmente taninos que estão presentes na casca do malte que agregam adstringência ao mosto. Com o pH da água nessa faixa, a extração de compostos indesejáveis fica reduzida.

A temperatura da água de lavagem deve ser entre 75°C e 78°C com a finalidade de melhor solubilizar carboidratos, diminuir a extração de compostos indesejáveis que são extraídos em temperaturas mais elevadas e manter toda a "cama de grãos" aquecida, priorizando a boa fluidez da água de lavagem no bagaço.

Tendo realizado a lavagem do bagaço com toda a água disponível para tal e/ou atingido o volume de início de fervura e/ou tendo a densidade do mosto de lavagem atingido a marca de 1,010, a lavagem do bagaço está concluída e então se faz a transferência para a panela de fervura, juntando o mosto primário com o mosto secundário, podendo assim avançar para a etapa da fervura.

8.5.9. FERVURA:

Após obter o mosto primário, que é o resultado da mostura e clarificação, e o mosto secundário ou mosto de lavagem, que é obtido ao lavar o bagaço, esses dois se somam na panela para a etapa de fervura.

O mosto antes da fervura consiste principalmente de água, seguida pelo extrato que é composto por:

- De 91 a 92% são carboidratos (frutose, glucose, sacarose, maltose, maltotriose e dextrinas);

- De 3 a 5% são compostos nitrogenados (proteínas, aminoácidos, peptídeos etc.);
- Polifenóis provenientes das cascas dos grãos (taninos);
- Sais e minerais, provenientes da água. (BOAN, Matin. Tecnologia Cervejeira, p. 69 – 2.014).

Durante essa etapa, a fervura acontece a partir da temperatura de ebulição, contando na maioria das vezes o tempo de 1 hora, o lúpulo é adicionado para conferir sabor, aroma e amargor à cerveja. Além disso, microrganismos indesejados são volatilizados e arrastados para fora através do vapor, são arrastados e eliminados compostos como o DMS - Dimetil-sulfeto (aroma de vegetal cozido, milho enlatado).

A fervura também tem o papel de realizar a esterilização do mosto, pois os insumos utilizados não são estéreis e trazem microrganismos para o mosto, ao atingir a temperatura de fervura (próximo a 100°C) a grande maioria, ou quase todos os microrganismos são eliminados, deixando o mosto apropriado para a adição das leveduras.

8.5.10. DESNATURAÇÃO DAS ENZIMAS:

Durante a fervura, as enzimas remanescentes do processo de mosturação, clarificação e lavagem ainda estão presentes no mosto e devido a altas temperaturas da fervura são desnaturadas, o que mantém o mosto com suas características de carboidratos conforme planejado.

8.5.10.1. ISOMERIZAÇÃO DE ALFA-ÁCIDOS:

Os alfa-ácidos presentes no lúpulo precisam de calor para se tornarem solúveis no mosto durante o processo de fabricação. A fervura desempenha um papel crucial nesse processo, pois é durante essa etapa que os alfa-ácidos são isomerizados, ou seja, transformados em formas solúveis e ativas. A temperatura elevada da fervura ajuda a extrair e aproveitar as propriedades dos alfa-ácidos do lúpulo, contribuindo para o perfil de sabor da cerveja.

8.5.10.2. FORMAÇÃO DE TRUB:

Durante a fervura, proteínas e taninos presentes no mosto são atraídos por diferencial de cargas elétricas e se complexam, formando coloides que são hidrofóbicas, desligando-se do mosto. Dessa forma, ao final da fervura, esses

coloides decantam, formando uma massa no fundo da panela. (BOAN, Martin. Tecnologia Cervejeira, p. 69 – 2.014).

Os compostos do trub se formam principalmente nos primeiros 10 minutos de fervura, então o ideal é que não se faça nenhuma adição de lúpulo durante esse período, pois isso pode resultar em menor extração de amargor.

A fervura pode ser conduzida comumente de 70 a 90 minutos, porém em fervuras de 70 minutos o ideal é que seja adicionado o lúpulo após os 10 primeiros minutos, assim também para fervuras mais longas, se for o caso de maior concentração do mosto.

8.5.10.3. EXTRAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS DO LÚPULO:

Durante a fervura, compostos como óleos essenciais do lúpulo, polifenóis e beta-ácidos são solubilizados no mosto, transferindo para a cerveja as características de cada lúpulo.

8.5.10.4. CONCENTRAÇÃO DO EXTRATO – EVAPORAÇÃO DA ÁGUA:

Com a fervura, ocorre a evaporação de parte da água presente no mosto, fazendo com que os açúcares sejam concentrados, elevando a densidade (teor de açúcar) inicial da mistura.

8.5.11. WHIRPOOL:

Após a fervura, o mosto encontra-se com diversas partículas de malte e do lúpulo em suspensão, tornando-o turvo, visando a separação dessas partículas do mosto, é aplicado um vórtice para que as partículas se aglutinem no centro e no fundo da tina de fervura, após um tempo médio de 30 minutos de descanso, o mosto já estará mais limpo e pronto para o resfriamento.

8.5.12. RESFRIAMENTO:

O resfriamento é a fase que separa a fervura da fermentação. Esta fase se inicia logo ao término do descanso do whirlpool, o mais rápido possível, esta etapa do processo é crucial para que haja o maior cuidado possível a respeito de contaminação, pois como o mosto entra em temperaturas mais baixas, fica propício para a proliferação de microrganismos contaminantes, ou até mesmo para manter os compostos aromáticos do lúpulo. O resfriamento deve ser feito através de troca térmica entre o mosto e o líquido refrigerante, através de

equipamentos apropriados para esta função (trocadores de calor em placas, *chiller* de imersão, trocadores de contrafluxo, mas preferencialmente feitos em inox) até atingir a temperatura ideal para o inóculo da levedura (de 8°C a 20°C vai depender da temperatura ideal da levedura que será utilizada).

8.5.13. TRANSFERÊNCIA E AERAÇÃO:

Como mosto já resfriado, é feita a transferência da tina de fervura para o fermentador/maturador através de bomba e conjunto de mangueiras atóxica, em conjunto com a transferência ocorre a aeração do mosto com oxigênio através de pedra difusora. Com a ação da fervura, a taxa de oxigênio presente no mosto é bem abaixo do ideal para a multiplicação celular das leveduras, com isso se faz necessário a utilização de oxigênio para forçar novamente a inserção do oxigênio ao mosto, agora já refrigado, dando assim taxas aceitáveis de oxigenação para as leveduras. A levedura fará o consumo rapidamente desse oxigênio, em torno de 6 a 8 horas na multiplicação celular transformando-o em dióxido de carbono e álcool. A quantidade ideal de oxigênio vai variar de acordo com as características do mosto, mostos para cervejas *high gravity* (de maior densidade inicial) precisam de mais oxigênio dissolvido, mostos com a densidade inicial de modo geral tido como normal, será necessário de 8 a 10 ppm (mg/l) de oxigênio dissolvido.

A transferência é feita com o conjunto de bomba e mangueiras, da tina de fervura para o tanque.

8.5.14. FERMENTAÇÃO / MATURAÇÃO:

Pois bem, é chegada a hora de pôr a prova todo o trabalho e cuidado que é exigido até agora, todo o trabalho na escolha da receita, seleção dos insumos, o perfil sensorial desejado, todo o cuidado com a limpeza e sanitização dos utensílios e toda a preparação durante a moagem, mosturação, clarificação, fervura, whirlpool, resfriamento e transferência, todo o trabalho culmina a partir deste momento, a fermentação. A partir de agora é momento de acompanhar e monitorar o desenvolver do trabalho das leveduras, monitoramento de temperaturas e pressão (se for o caso de fermentação sob pressão), a interferência humana é quase nenhuma nesta fase, a levedura irá desenvolver de acordo com o que foi executado nas etapas passadas, em resumo, o trabalho

do cervejeiro nada mais é do que dar e preparar as condições ideais para a levedura desempenhar seu papel.

É na fermentação que são formados os sabores, aromas e texturas, o que irá transformar o mosto turvo e doce em uma boa cerveja, ou não!

Não há tempo determinado para a maturação a frio, mas, em geral, para cervejas ale, costuma-se deixar em média 10 dias nessa etapa, nesta etapa a temperatura de maturação deve ser próximo a zero grau, pois a temperatura reduzida fará com que os resíduos de levedura, lúpulo e proteínas do malte precipitem e se aglutinem no fundo do tanque, para cervejas lager, esse tempo pode ser elevado para cerca de 30 dias (fase lagering / fase fria).

A maturação a frio ou cold crash tem a finalidade de “limpar” a cerveja, fazendo com que decante todo sólido em suspensão, seja lúpulo, proteína insolúvel, levedura etc. Quanto maior o tempo, mais limpa ficará a cerveja (nesta fase já pode ser chamada de cerveja, pois já ocorreu a fermentação) pronta.

Ao término ou em conjunto com a maturação, inicia-se a programação para o envase. A cerveja agora já fermentada precisa ser carbonatada ou conferida se já está com níveis ideais de dióxido de carbono (CO_2) aceitáveis para o consumo, em muitas cervejarias, a carbonatação já ocorre durante a fermentação, aproveitando o próprio CO_2 produzido pela levedura, chegando ao término da maturação com pouca necessidade de novas inserções de CO_2 (carbonatação forçada).

A carbonatação também irá variar de acordo com o estilo da cerveja que está sendo produzida e de acordo com o recipiente em que será envasada. Abaixo podemos observar a pressão ideal de acordo com o estilo da cerveja:

- Pouca carbonatação (0 - 1,40 volumes de CO_2);
- Stouts e Porters (1,50 - 2,20 volumes de CO_2);
- Lagers, Ales, Ambers, a maioria das cervejas (2,20 - 2,60 volumes de CO_2);
- Ales bastante carbonatadas, Lambics, cervejas de trigo (2,60 - 4,00 volumes de CO_2);
- Muita carbonatação, exceto para algumas cervejas-especialidade (mais de 4,10 volumes de CO_2);

8.6. FICHA TECNICA DA RECEITA DARK LAGER:

Tabela 7: Ficha Técnica de Receita

		Ficha Tecnica Dark Lager - 300 Lt.			
Dark Lager		Amargor:	24 IBU		
Tipo:	100% Grãos	Equipamento:	tri-bloco 350 Lt.		
Volume:	300 Lt.	OG:	1.040		
Fermento:	Lager - W-34/70	FG:	1.008		
Cervejeiro:	Alexandre Murra	Vol. Alcoolico	5,5		

Calibração da Água:		
Qtd	Nome	Tipo
21,31	Cloreto de Cálcio (Mostura 60,0 mins)	Agente de Água
14,75	Sulfato de Magnésio (MgSO4) (Mostura 60,0 mins)	Agente de Água
4,32	Sulfato de Cálcio (Gypsum) (Mostura 60,0 mins)	Agente de Água

Ingredientes da Mostura:			
Qtd	Nome	Tipo	%
60 Kg.	Malte Pilsen	Grão	93,10%
5 Kg.	Malte Carafa II	Grão	6,90%

Ingredientes da Fervura:			
Qtd	Nome	Tipo	%/IBU
200 g.	Tradition [5,90 %] - Fervura 60,0 min	Lupulo	18,3 IBUs
200 g.	Tradition [5,90 %] - Fervura 30,0 min	Lupulo	4,8 IBUs
150 g.	Saaz [3,75 %] - Fervura 15,0 min	Lupulo	0,9 IBUs

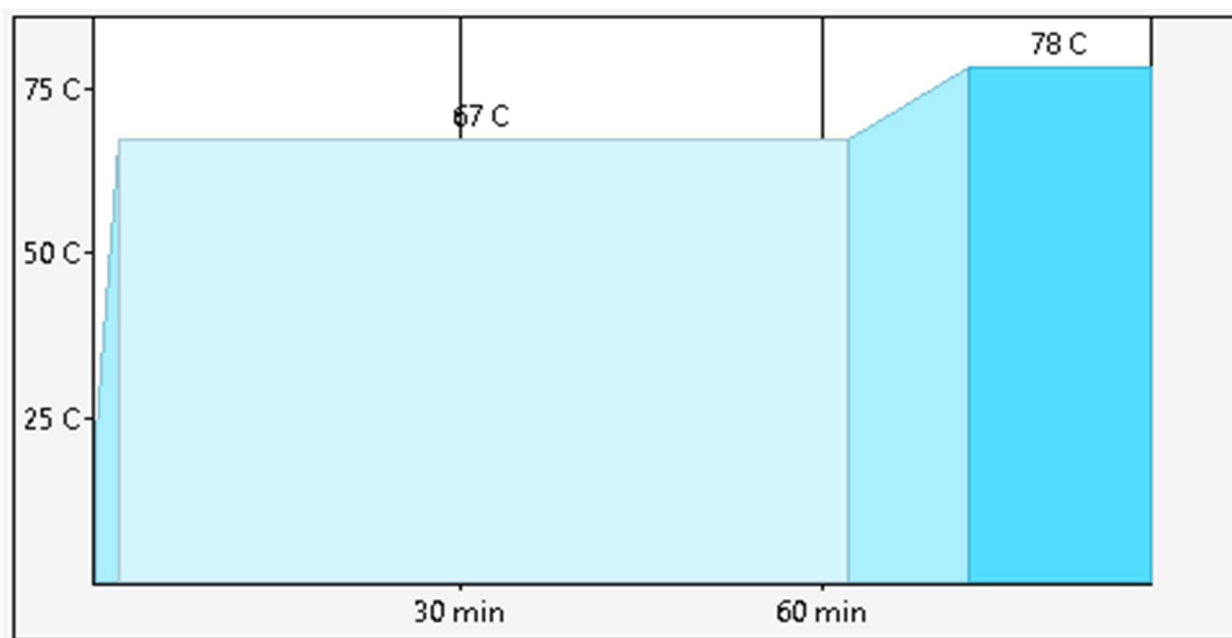
Ingredientes da Fermentação			
Qtd	Nome	Tipo	%
330 gr.	Levedura W-34/70	Levedura	100%

Fonte: Elaborado pelo autor (2.023).

8.7. RAMPAS DE BRASSAGEM:

Nas rampas de são executadas as temperaturas para ativação e inativação das enzimas do malte, como já tido antes. No gráfico 10 é demonstrado o tempo e a temperatura para cada etapa desta fase de produção, onde se inicia a arriada do malte a 67°C e percorre o tempo de 60 min. (ou até negativar o teste de iodo), em seguida é elevado o patamar de temperatura para 78°C e permanecera por 15 minutos nesta temperatura para que ocorra a inativação das enzimas, e logo em seguida a recirculação e clarificação do mosto.

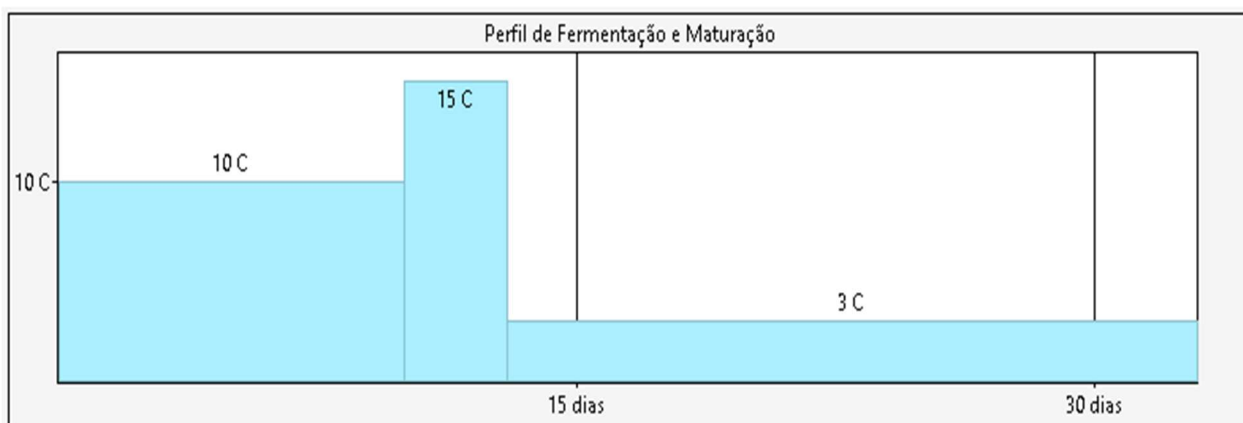
Gráfico 8: Patamares de Mostura:



Fonte: Elaborado pelo Autor (2.023).

8.8. PERFIL DE FERMENTAÇÃO E MATURAÇÃO:

Abaixo no gráfico 11 é demonstrado as etapas de fermentação em dias e as temperaturas que devem ser acompanhadas, a fermentação primaria é em torno de 10 dias, porém o indicador de final de fermentação não são dias, e sim as medições de atenuação do mosto e a estabilidade da densidade final. Seguindo posteriormente para a maturação.

Gráfico 9: Perfil de Fermentação / Maturação:

Fonte: Elaborado Pelo Autor (2.023).

8.9. DECOCÇÃO A FRIO:

Na execução desta receita é utilizada a técnica de decocção a frio do malte, onde 50% do malte Carafa Special II é deixada em imersão em água na temperatura ambiente durante todo o processo de mostura e adicionado na tina somente no Mash-out, isso fará com que seja adicionada a cor, mas que seja sutil o sabor de tostado proveniente deste malte, devido a sua torra.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Beer Judge Certification Program (BJCP)

BOAN, MATIN. Tecnologia Cervejeira, p. 69 – 2.014

Briggs, D.E., BOULTON, C.A., Brookes, P.A., Stevens, R. Título: Brewing Science and Practice. 2004

Catálogo Malzfabrik Weyermann

Cervejaria Dado Bier

Cervejaria Nevada Ltda.

EBC Manual of Good Practice, Vol. 13 — Mashing and Mash Separation

FEMS Yeast Research – 2.023

Fermentis, 2.024

FIRJAN, 2014

GARRETT, OLIVER - Oxford University Press, 2.011

HIERONYMUS, STAN – p.165 – Lupulo.

HUGHES, GREG – 2.014).

LNF BarthHaas

Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento

PALMER, JOHN – Water 2.013

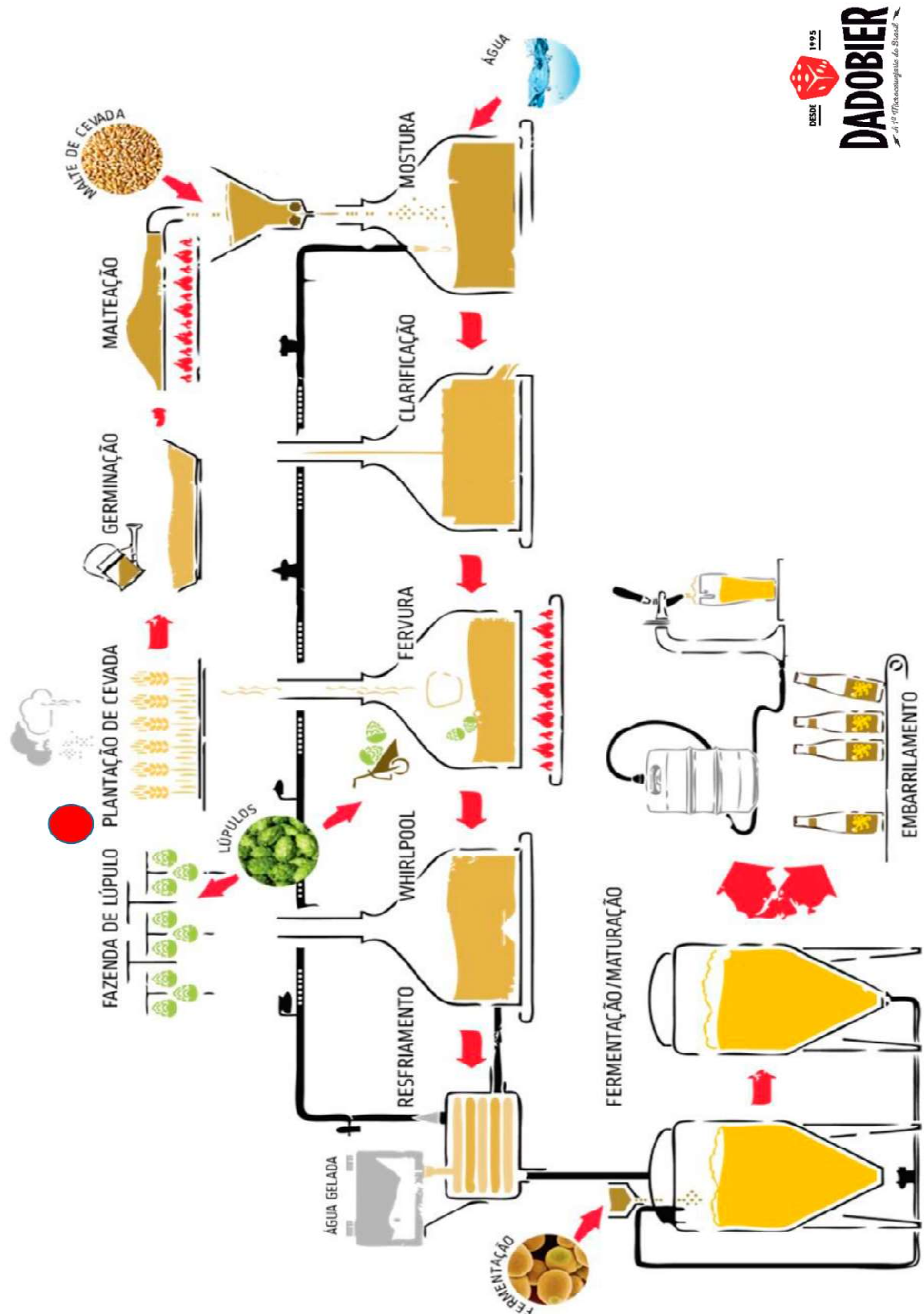
STRONG, GORDON - p. 18 – 2.021

Water: A Comprehensive Guide for Brewers

WHITE, C., ZAINASHEFF, J. Título: Yeast: The Practical Guide to Beer Fermentation. 2010

10. ANEXOS:

Figura 5: Fluxograma do Processo de Produção:



Fonte: Dado Bier.

10.1. FICHA DE BRASSAGEM:

FICHA DE BRASSAGEM:[illegible]

N° TANQUE:

Sales:	
Tipos:	Qde.:
SULFATO Cálcio:	
CLORETO DE Cálcio:	
Sulfato de Magnésio	

RASTREAMENTO:	
INSUMO:	LOTE:

LUPULAGEM:	
LUPULO:	LOTE:

OBSERVAÇÕES:

11. CONCLUSÃO:

Este trabalho teve como objetivo principal detalhar os processos de produção da cerveja Dark Lager e demonstrar os fatores que influenciam sua qualidade e produção. Através de uma metodologia que combinou análise bibliográfica e estudos de caso práticos, foi possível compreender as etapas críticas na fabricação dessa variedade de cerveja e como elas afetam o perfil sensorial final do produto. Os resultados indicam que o cuidado na seleção de maltes, o acompanhamento de temperaturas durante a fermentação e o tempo de maturação são determinantes para a qualidade da Dark Lager. Observou-se também que o destaque do produto está fortemente associado à complexidade aromática e ao equilíbrio entre o amargor e o dulçor característico deste estilo. As recomendações para trabalhos futuros incluem a exploração de diferentes maltes e a variação nas técnicas de mosturação, visando aprimorar ainda mais o sabor e a textura da Dark Lager. Além disso, sugere-se a realização de estudos de mercado mais aprofundados para entender as tendências de consumo e as expectativas dos apreciadores de cerveja artesanal. Este trabalho contribuiu para a área cervejeira ao elucidar aspectos fundamentais da produção deste estilo de cerveja que está em esquecimento, oferecendo dados valiosos para cervejeiros que buscam a melhoria contínua em seus produtos.