



SÃO PAULO TECH SCHOOL

## **MONITORAMENTO DE TEMPERATURA NA ETAPA DE FERMENTAÇÃO DAS CERVEJAS ARTESANAIS IPA E PILSEN**

GRUPO 6:

Emanuelle Fernanda dos Santos Silva - RA: 01251123

Emilie Barbara Huanca Gutierrez - RA: 01251072

Ezequiel Ferreira Cardoso - RA: 01251100

Guilherme Marques Cardoso dos Santos - RA: 01251010

Henry Franz Ramos Arcaya - RA: 01251020

Lays Abreu Coqueiro - RA: 01251000

Maria Eduarda de Paula - RA: 01251012

Mateus Mamani Jimenez - RA: 01251050

Victor Hugo Liz Orega - RA: 01251080

## PROBLEMÁTICA:

Controle ineficiente de temperatura no processo de fermentação das cervejas PILSEN e IPA;

**Cliente:** Empresas fabricantes de cerveja artesanal;

**Sensor:** Sensor de temperatura DHT11;

## CONTEXTO:

MoniBeer é um serviço que busca monitorar o processo da fermentação das cervejas artesanais do tipo IPA e PILSEN.

O processo de fermentação é um dos mais críticos na criação da cerveja e dita seu sabor, teor alcoólico e qualidade da cerveja em questão, logo é de extrema importância ter um monitoramento de temperatura adequado.

### Processo de Fermentação da Cerveja Pilsen:

A cerveja Pilsen é a mais consumida do mundo, sendo clara e carbonatada da família Lager (cervejas fermentadas a baixas temperaturas), sua cor é dourada e possui espuma, sendo refrescante. Foi criada na República Tcheca no século 19 tendo como característica marcante sua produção de leveduras de baixa fermentação.

Ela segue a Lei de Pureza de Fabricação, criada em 1516 pelo Duque Guilherme IVII, com intuito de garantir que as cervejas fossem produzidas com ingredientes de excelência), ela determina que a cerveja deve ser produzida apenas com água, malte de cevada e lúpulo, a Pilsen original segue essa lei, porém pelo seu alto nível de consumo no mundo todo, variações foram surgindo.

Cada tipo de cerveja tem uma temperatura ideal para seu armazenamento, no caso da Pilsen sua temperatura ideal é de 0°C graus a -4°C para que sua qualidade seja mantida e suas características sejam seguidas.

A pilsen original segue um processo de tripla decocção, sendo um processo que envolve a retirada de uma parte do mosto (líquido que contém os grãos) e sua fervura separada antes de ser reincorporado ao restante do mosto. Sendo um processo que acontece três vezes:

### **1. Mistura inicial:**

O malte (grão) é misturado com água, em uma temperatura baixa, por volta dos 35 graus.

### **2. Primeira Decocção:**

Um terço do mosto é retirado e aquecido até a fervura, sendo essa parte reincorporada ao restante do mosto, elevando a temperatura em torno de 50 graus.

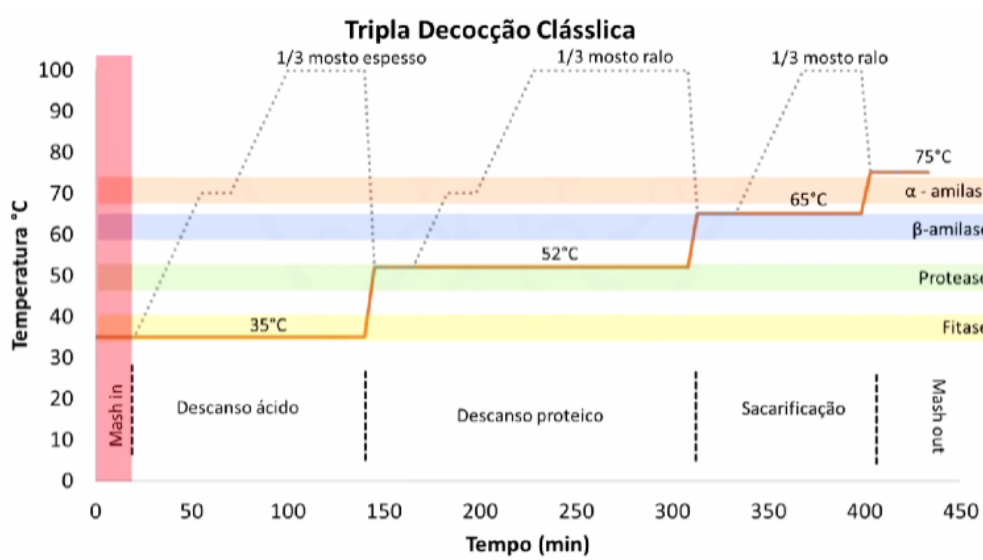
### **3. Segunda Decocção:**

Pela segunda vez, um terço do mosto é retirado, fervido e misturado de volta, isso faz com que a temperatura aumente para 65 graus e iniciando um processo de sacarificação (onde as enzimas quebram os amidos em açúcares fermentáveis).

### **4. Terceira Decocção:**

Pela terceira vez, um terço do mosto é retirado, aquecido e reintegrado ao restante, atingindo uma temperatura final de 72-75 graus, completando a conversão de amido em açúcares e preparando o mosto para filtragem.

Além disso, ainda existe a parte da fermentação do mosto, onde a temperatura ideal gira em torno de 8° e 14°C, isso mostra o porquê a fermentação é considerada do tipo baixa, e por esse motivo, essa etapa da fermentação dura em média 2 a 3 semanas.

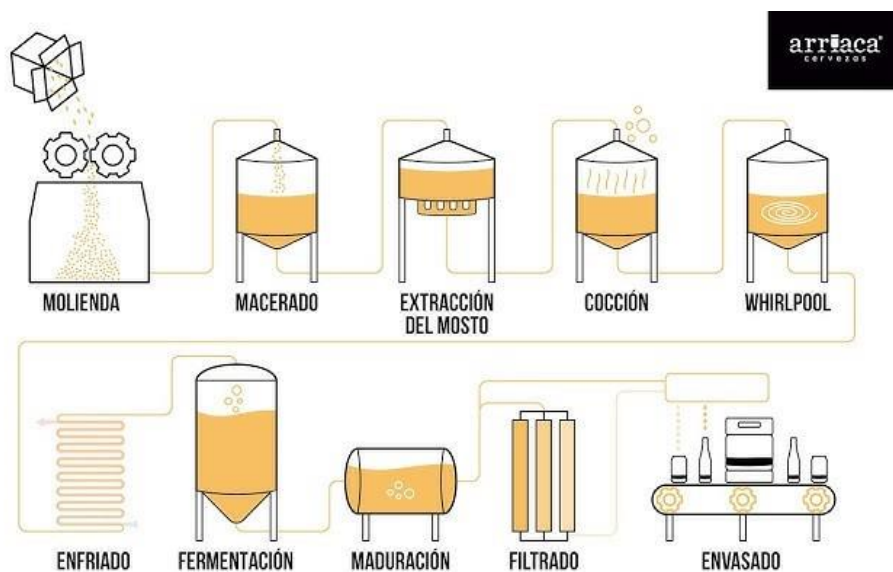


A tripla decocção é necessária para o desenvolvimento da cor e do sabor da cerveja, também melhorando a estabilidade da espuma, com um aspecto cremoso e persistente, no caso da Pilsen, esse processo foi mantido em decorrência da sua tradição.

### Processo de Fermentação da Cerveja IPA:

Na etapa de fermentação primária, a levedura (micro-organismos que fermentam em temperaturas mais baixas) é adicionada ao mosto e começa a transformar os açúcares em álcool e CO<sub>2</sub>, com uma temperatura entre 8 e 14 graus, durando de 1 a 2 semanas, dependendo da cervejaria, resultando em um sabor mais limpo.

Depois disso, se entra no processo de maturação, para que compostos indesejáveis sejam reabsorvidos pela levedura, sua temperatura varia entre 0 e 4 graus, durando de 3 a 6 semanas, a maturação é importante para um sabor mais equilibrado da cerveja.



A cerveja IPA (India Pale ale), é um dos estilos mais populares do mundo e tem como principal característica seu amargor intenso, resultante da grande quantidade de lúpulo utilizada em sua fabricação. O estilo surgiu em meados do século XVII, quando britânicos precisavam transportar cervejas para suas colônias na Índia.

O processo de produção da IPA é dividido em várias etapas, começando pela moagem dos grãos, que tem como objetivo expor o amido presente no endosperma (tecido vegetal que se encontra na semente), para um contato melhor com as enzimas.

‘Após o processo de moagem vem a Mosturação que ocorre a hidrólise enzimática (Processo biotecnológico que quebra moléculas através da ação de enzimas), e a formação de extrato contendo todas as substâncias solubilizadas e disponibilização de nutrientes para a levedura. O processo do envolvimento do malte moído em água quente, hidratando e ativando as enzimas que irá converter o amido dos grãos em açúcar fermentável.

Clarificação é o processo físico para recuperar o mosto primário e o extrato da lavagem do bagaço. A filtragem tem como objetivo separar os compostos insolúveis, das substâncias do malte dissolvidas. A lavagem da cama de grãos tem o intuito de extrair a maior quantidade possível de açúcar sem a presença de taninos que confere um sabor adstringente.

A fervura é uma das etapas mais simples do processo de produção da cerveja artesanal, porém é necessário o controle dessa temperatura, e costuma durar entre 60 a 90 minutos. O acréscimo gradativo de lúpulo na etapa da fervura é

conhecido como lupulagem. A fervura tem como principais objetivos a concentração do mosto através da evaporação, isomerização dos alfa-ácidos presentes no lúpulo, redução do PH, floculação proteica (aglomeração de proteínas em leveduras), transferência de substâncias amargas do lúpulo e a transmissão de paladar, aroma e cor ao mosto.

Resfriamento é uma etapa que é importante que aconteça de forma rápida para evitar a contaminação do mosto. Deve acontecer no máximo em 15 minutos. A forma mais simples de resfriar o mosto até a temperatura de inoculação da levedura é utilizar um equipamento chamado chiller de imersão. É um equipamento de aço inoxidável com uma entrada para água fria e saída para água quente.

A fermentação é um processo fundamental para a produção dessa bebida, onde a levedura transforma os açúcares do malte em álcool e gás carbônico. Esse processo ocorre em três fases. A fase “Lag”, que dura de 6 a 24 horas e corresponde à adaptação da levedura ao meio.

A fermentação ativa, que pode levar de 3 a 7 dias e é quando a conversão dos açúcares acontece de forma intensa.

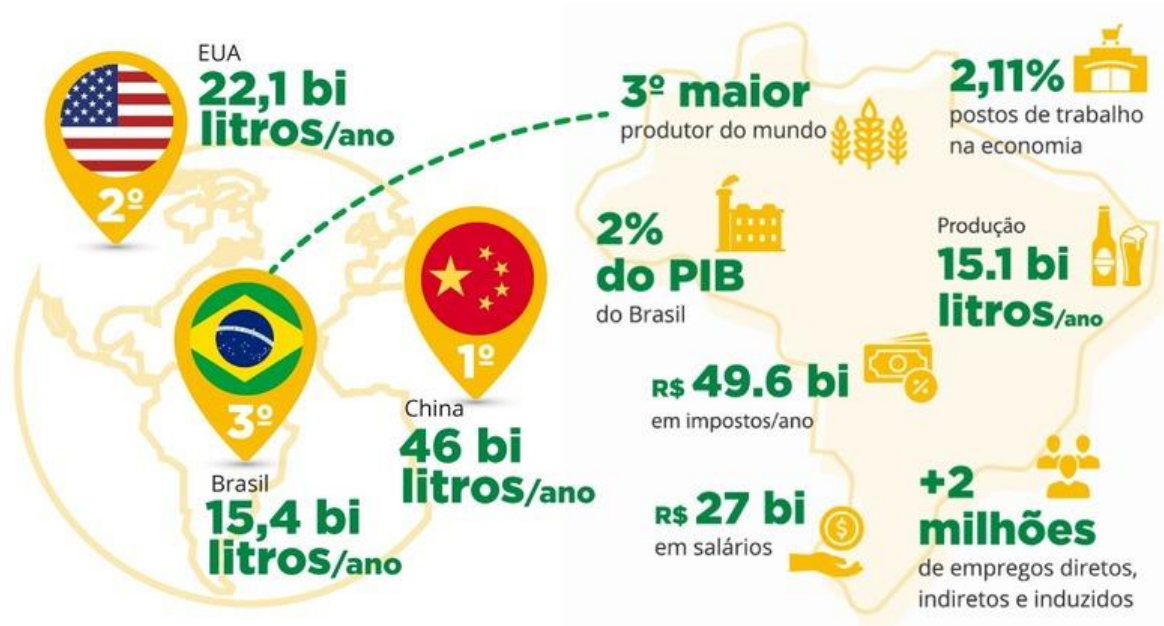
A maturação é importante para consolidar as partículas em suspensão e para desencadear as reações de esterificação (Reação química que ocorre entre um ácido e um álcool produzindo éster e água) que irão produzir aromatizantes essenciais para a cerveja; Processo esse que dura entre 7 a 14 dias.

Carbonatação é uma das etapas definidoras das características da cerveja. Influência diretamente no sabor, odor e aparência. A carbonatação da cerveja pode ser feita de duas maneiras: com a injeção de dióxido de carbono ou pelo priming. Na produção de cervejas artesanais o método mais utilizado é por priming, que consiste em adicionar açúcar na cerveja não filtrada e imediato envasamento. Este açúcar deve ser de fácil consumo para as leveduras e para isso deve ser dissolvido antes. As leveduras fermentarão esse açúcar e produzirão dióxido de carbono, que irá se difundir no líquido e pressurizar a garrafa após o fechamento dela.

A temperatura de fermentação da IPA varia entre 18°C e 22°C, sendo essencial para garantir um bom desenvolvimento dos sabores e do teor alcoólico. Manter a temperatura dentro do intervalo ideal durante a fermentação é essencial para garantir que a levedura atue de forma eficiente, desenvolvendo os sabores desejados e preservando as características sensoriais da cerveja. Esse

controle resulta em uma bebida bem estruturada, com um perfil aromático marcante e realçando os lúpulos característicos desse estilo.

Atualmente, o Brasil é um dos maiores produtores de cerveja do mundo, sendo em 2022 que a indústria cervejeira gerou 77 bilhões de reais em faturamento, o que equivale a 2% do PIB nacional.

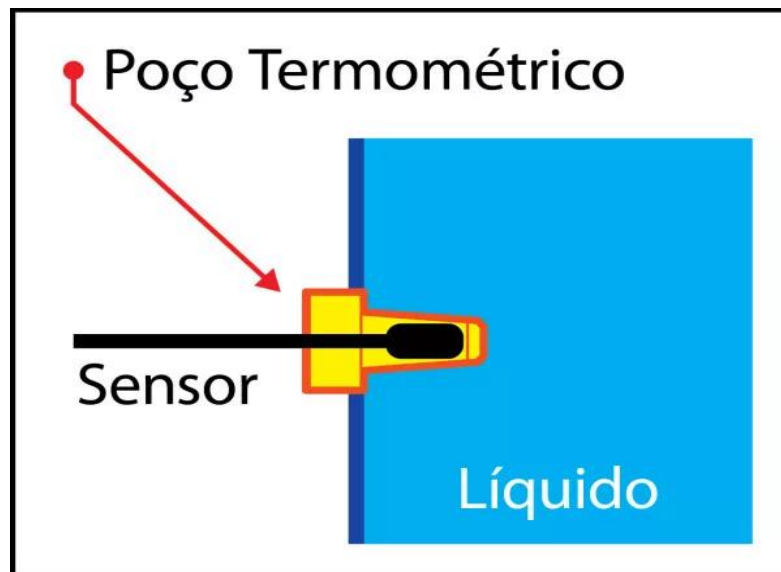


Com base nessas informações das cervejas PILSEN e IPA, a fermentação é um dos processos mais sensíveis na produção de cervejas, que exige um controle rigoroso na medição da temperatura durante a fermentação. Caso a temperatura fique fora do normal irá afetar o sabor, aroma e na qualidade final da cerveja. Para que esses problemas sejam evitados, foi proposto uma solução através do Sensor de Temperatura, que irá monitorar a temperatura na fermentação das cervejas.

O sensor de temperatura é uma tecnologia utilizada para identificar as variações de temperatura em máquinas, equipamentos e em ambientes. Portanto, no nosso caso, o sensor irá captar os dados provenientes da temperatura do líquido na etapa da fermentação das cervejas, pois é justamente a variação da temperatura que iremos monitorar e repassar ao nosso banco de dados.

Como proposto o sensor será aplicado em um poço termoeletrico que é um instrumento metálico fechado, no qual o sensor de temperatura deve ser

inserido. Sua principal função é evitar que o sensor entre em contato direto com o líquido.



(Imagem de representação do Poço Termoelétrico com o sensor)

### Sensor utilizado:

O sensor de Temperatura estará ligado ao Arduino que irá fazer a leitura da temperatura do líquido na parte da fermentação da cerveja. O Arduino irá captar os dados, e processar as informações sendo transmitida para nossa API. A API ficará responsável por registrar os dados e apresentar a temperatura em tempo real. Se a temperatura sair do padrão adequado a API transmitirá uma notificação de alertas para assegurar o controle e eficiência na fermentação.