



SÃO  
PAULO  
TECH  
SCHOOL

SÃO PAULO TECH SCHOOL

## MONITORAMENTO DE TEMPERATURA DAS CERVEJAS ARTESANAIS IPA E PILSEN

### GRUPO 11:

Beatriz do Carmo Perez - RA 01251043

Emanuelle Fernanda dos Santos Silva - RA 01251123

João Lucas Reis Carvalho - RA 01251009

João Victor Carlos Lira da Silva – RA 01251008

Fernando Ramirez Gutierrez - RA 01251023

Nathalli Ribeiro dos Santos - RA 01251141

São Paulo

2025

## SUMÁRIO

1.CONTEXTO.....	3
-----------------	---

1.1 Cenário brasileiro das cervejarias artesanais .....	3
1.2 Problemas no processo de fermentação das cervejas .....	6
1.3 Diferença entre cervejarias artesanais e industriais.....	7
1.4 Processo da produção da Cerveja Pilsen .....	8
1.5 Processo de Fermentação da Cerveja IPA.....	10
1.6 Processo da produção da Cerveja IPA.....	11
1.7 Levedura nas cervejas Pilsen e IPA.....	12
1.8 Sensor utilizado .....	13
2. OBJETIVO.....	14
3. JUSTIFICATIVA .....	14
4.ESCOPO .....	14
4.1 Resumo .....	14
4.2 Diagrama de visão de negócio .....	14
4.3 Diagrama técnico .....	16
4.4 Problema .....	16
4.5 Resultados esperados .....	17
4.6 Requisitos.....	17
4.7 Limites e exclusões.....	19
4.8 Macro cronograma – Total 86 dias .....	19
4.9 Recursos necessários .....	19
4.10 Premissas .....	20
4.11 Restrições.....	20
4.12 Stakeholders.....	20
4.13 Fluxograma.....	21
4.14 FGestão de mudança (GMUD) .....	24

# 1.CONTEXTO

## 1.1 Cenário brasileiro das cervejarias artesanais

O segmento de bebidas no Brasil tem ganhado cada vez mais relevância no cenário nacional, impactando diretamente na economia. Em 2016, as cervejas artesanais representavam dentro do setor das cervejas, 0,7% de participação no mercado, e aumentando para 9% em 2022, totalizando um crescimento de 8,3% (STATISTA, 2022).

Levando isso em consideração é possível afirmar que esse mercado tem crescido de forma exponencial desde 2010 e continua nesse processo de forma acelerada, trazendo números, o setor de cervejas artesanais tem tido uma crescente de 35% ao ano (Abracerva).

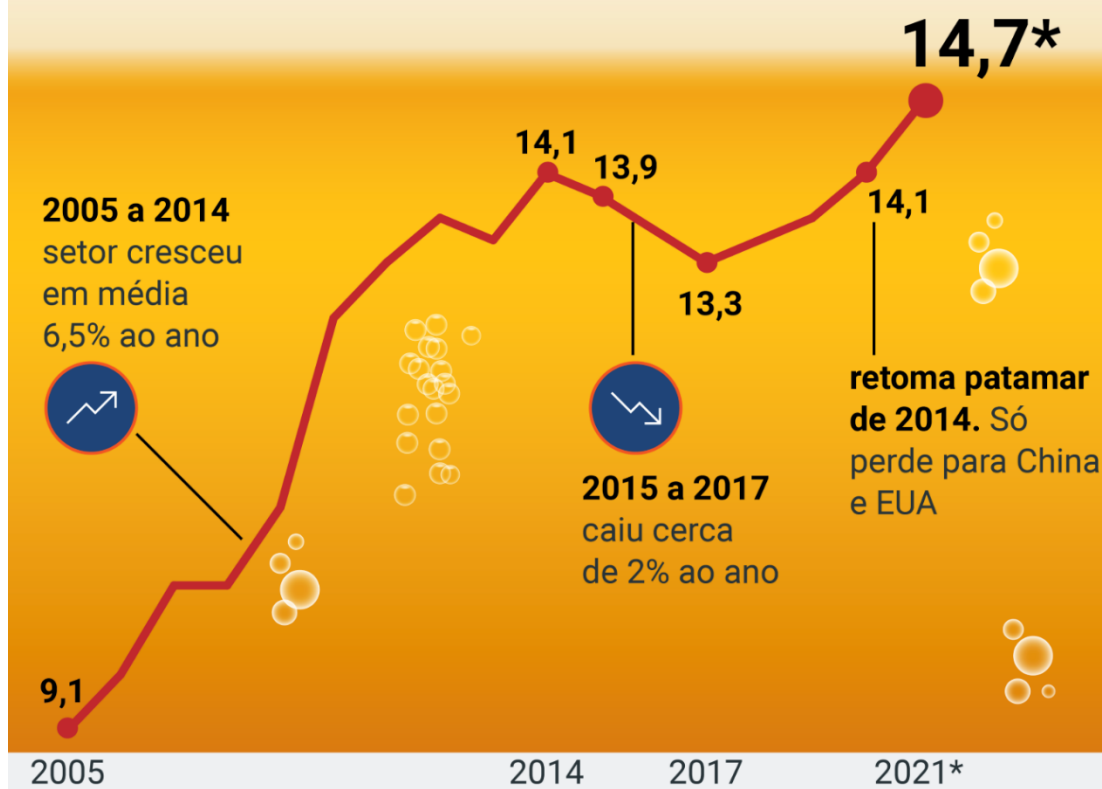
Agora olhando pela ótica financeira e econômica globalmente, o mercado de cervejas artesanais foi responsável por US\$ 38 bilhões em 2018, e é esperado que atinja US\$502,9 bilhões até 2025. (SEBRAE, 2020).

Ainda pensando pelo lado do Brasil, o setor movimentou cerca de que representou 2% do PIB brasileiro (2020) e emprega 2,7 milhões de pessoas no país. Esse número tende a aumentar mais como já mencionado, e um dos fatores que ajuda no crescimento dessas empresas é justamente pelos fatores relacionados a qualidade, disponibilidade e diferenciação do produto.

Conforme Associação Brasileira da Indústria da Cerveja, o Brasil alcançou a marca de 14,7 bilhões de litros produzidos, consolidando-se como o terceiro maior produtor mundial de cerveja, atrás apenas da China e dos Estados Unidos. A cadeia produtiva da indústria cervejeira tem um papel significativo na economia brasileira, movimentando cerca de R\$ 160 bilhões anualmente. Esse setor representa aproximadamente 1,7% do Produto Interno Bruto (PIB) do país, destacando sua relevância tanto no aspecto econômico quanto social.

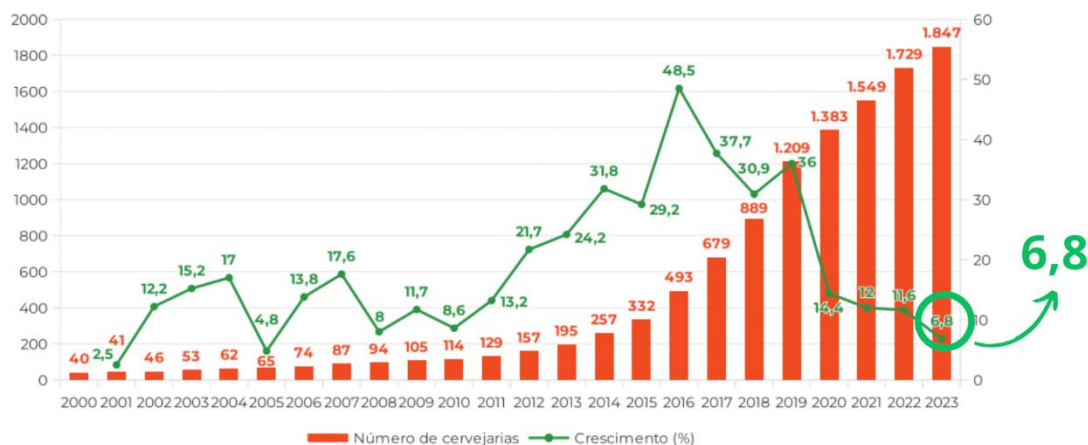
# BRASIL É O 3º MAIOR PRODUTOR DE CERVEJA DO MUNDO

produção por ano (em bilhões de litros)



Ademais, nos últimos anos, o mercado de cervejas artesanais no Brasil tem apresentado um crescimento significativo também, conforme evidenciado pelos dados da Agência Abracerva. Em 2023, o país alcançou a marca de 1.847 cervejarias registradas, demonstrando um aumento expressivo desde o ano 2000, representando um crescimento de 6,8% em relação ao ano anterior sendo 118 novas cervejarias no ramo.

Fonte: Agência Abracerva



Por outro lado, baseado nesses dados, é fato que existe cada vez mais uma competição entre as empresas por esse mercado, buscando cada vez mais eficiência nas suas operações e em seus sistemas de produção. Portanto, para que as cervejarias artesanais continuem em crescimento e se consolidem cada vez mais no mercado, é necessário ter atenção em seus modos de produção e identificar as perdas existentes. Nesse sentido, os estudos das perdas visam otimizar e buscar a melhoria contínua dos processos produtivos, com o intuito de minimizar o prejuízo acarretado por falhas ou um mau gerenciamento das etapas na produção da cerveja.

Para essa ideia ficar mais clara, uma pesquisa realizada em uma cervejaria artesanal na região metropolitana de Porto Alegre (RS), identificou que uma empresa deixava de faturar 9,24% a mais por diversas perdas no processo de produção da cerveja, ou seja, essa perda estava associada a diversos fatores, incluindo ineficiência no processo produtivo que podem ser intensificados por um controle inadequado da temperatura. Porém, 4,68% dessa perda era só na etapa da fermentação, o que resulta aproximadamente em 50,64% da perda total da empresa.

Logo, a conclusão é clara, a etapa de fermentação é muito importante para o processo todo da cerveja e é extremamente delicada, pois qualquer alteração indesejada ou um mau controle na temperatura das fermentadoras, já causa um prejuízo para as cervejarias.

Embora calcular exatamente as perdas existentes em cada etapa na produção da cerveja seja difícil, é correto afirmar que em suma maioria elas acontecem justamente na parte da fermentação, e novamente, é difícil dizer exatamente quais são essas perdas, mas alguns estudos dizem que giram em torno de 5% e 20%. Isso acontece devido a diversos fatores, desde o tipo de cerveja em produção, pois suas temperaturas variam, até a quantidade de cerveja produzida em uma fermentadora.

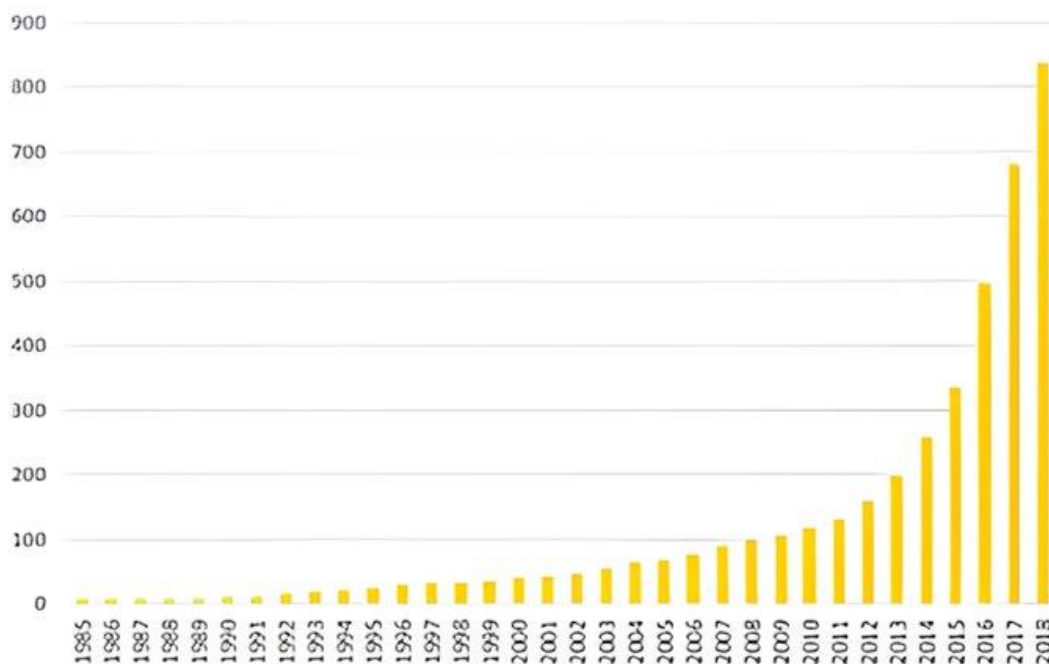


Gráfico do número de cervejarias artesanais no Brasil ao longo dos anos

Fonte: Abracerva

## 1.2 Problemas no processo de fermentação das cervejas

A falta de um monitoramento correto na etapa de fermentação da cerveja artesanal causa diversos problemas que afetam tanto a qualidade quanto a estabilidade do produto, e os principais problemas que podem acontecer são:

Se as temperaturas estiverem muito altas aumentam a produção de ésteres frutados (São compostos orgânicos oxigenados, resultado da reação entre um ácido carboxílico e um álcool, que conferem o aroma e sabor característico a diversas frutas), que podem resultar em aromas indesejáveis, como solvente ou álcool forte.

Se a temperatura estiver muito abaixo do indicado, a atividade das leveduras (micro-organismos que fermentam em temperaturas baixas) pode diminuir ou até parar, deixando açúcares não fermentados e comprometendo o teor alcoólico desejado.

Se a fermentação estiver resfriada além do padrão pode causar off-flavors que são os sabores e aromas indesejados que podem surgir na cerveja artesanal, e comprometem não só a qualidade da bebida, mas o sabor é prejudicado deixando com gosto de enxofre e oxidação.

Temperaturas instáveis podem enfraquecer a levedura, deixando um ambiente favorável para contaminações por bactérias e leveduras selvagens. Ela afeta diretamente na taxa de conversão dos açúcares em álcool. Se a fermentação for muito rápida (alta temperatura), pode causar uma cerveja mais seca e alcoólica. Se for muito lenta (baixa temperatura), pode deixar a cerveja com corpo excessivo e resíduos adocicados.

Desta forma a empresa MONIBEER busca monitorar a temperatura no processo de fermentação das cervejas artesanais 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 constantemente e adequado.

### **1.3 Diferença entre cervejarias artesanais e industriais**

A principal diferença entre elas, está justamente no propósito de cada uma, onde as cervejarias industriais têm como objetivo manter a padronização e produção de cervejas em maior escala, ou seja, a quantidade é o foco dela. Por outro lado, as cervejarias artesanais têm como foco padronizar a qualidade da cerveja para seus clientes, não visando a quantidade.

Pensando pelo lado da produção em grande escala das cervejas por parte das cervejarias industriais, cabe dizer que para tornar esse processo mais rápido, eles optam por uma fermentação mais acelerada, isso para atender as logísticas da empresa, e a demanda do mercado. Porém, esse processo impacta diretamente no sabor do produto. Já as cervejarias artesanais, optam por um processo mais “rigoroso”, não dando tanta prioridade para o tempo utilizado na produção, e sim na qualidade do produto.

Como dissemos sobre a questão da rigorosidade das cervejarias artesanais, é válido mencionar que seus ingredientes também passam por esse processo, no sentido em que são ingredientes escolhidos e selecionados, por já fazerem parte da produção das cervejas. Esses ingredientes são principalmente, o lúpulo e a cevada que passa por um processo de malteação (processo de transformar cereais, como a cevada, em malte através da germinação controlada). Em contrapartida, as cervejarias industriais, assim como dito, prezam para quantidade e para o menor custo na produção, o que resulta em adição de outros ingredientes, como por exemplo o milho e/ou o arroz. Dessa forma, as cervejarias indústrias, optam por utilizar corantes, estabilizantes e aditivos químicos com a intenção de prolongar a durabilidade e a vida da cerveja.

Outra diferença existente entre as cervejarias está no produto entregue, isso porque, por utilizarem ingredientes distintos, o resultado é diferente, no sentido em que cervejas produzidas por cervejarias industriais, tem uma coloração mais clara, e menos encorpadas, o que confere uma cerveja menos densa, além de um sabor mais leve. Por outro lado, as cervejarias artesanais entregam cervejas mais encorpadas, por utilizar uma quantidade maior de malte e lúpulo na receita.

Além disso, existe a diferença da maior variedade de estilos e sabores por parte das cervejarias artesanais, isso está ligado diretamente por utilizarem diferentes técnicas, onde é possível formar distintos estilosos, ou seja, cervejas com cores, aromas, e sabores diferentes, tanto para o lado mais adocicado, quanto para o mais amargo.

Outro aspecto que impacta no sabor do produto, está ligado a uma etapa no processo da produção da cerveja, que é considerada opcional, onde essa fase é chamada de filtragem. Enquanto as cervejarias industriais optam por fazer essa filtragem intensa, que consiste na retirada de leveduras remanescentes e outras impurezas para ajudar no sabor, as cervejarias artesanais podem optar por não realizar essa etapa, por preservar sedimentos e por consequência atingir uma cerveja com maior textura e sabor. Vale dizer que as industriais tendem a realizar essa etapa por terem uma produção mais rápida e uma demanda maior, e soma-se a isso, que com esse processo, a cerveja tem uma maior durabilidade.

Em conclusão, algo que se reflete no preço das cervejas está ligado justamente aos impostos pagos por cada uma das cervejarias, onde pôr as cervejarias industriais produzem mais produtos, os impostos acabam por “diluir” no preço, no sentido em que como a quantidade é muito maior, os impostos acabam se refletindo menos para o cliente, enquanto nas cervejas artesanais, por produzirem em menor escala, os impostos acabam sendo mais notados na hora da compra.

## **1.4 Processo da produção 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 IV, 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.

A produção da cerveja Pilsen é composta por diversas etapas essenciais, começando pela moagem do malte, que consiste em moer o malte da cevada



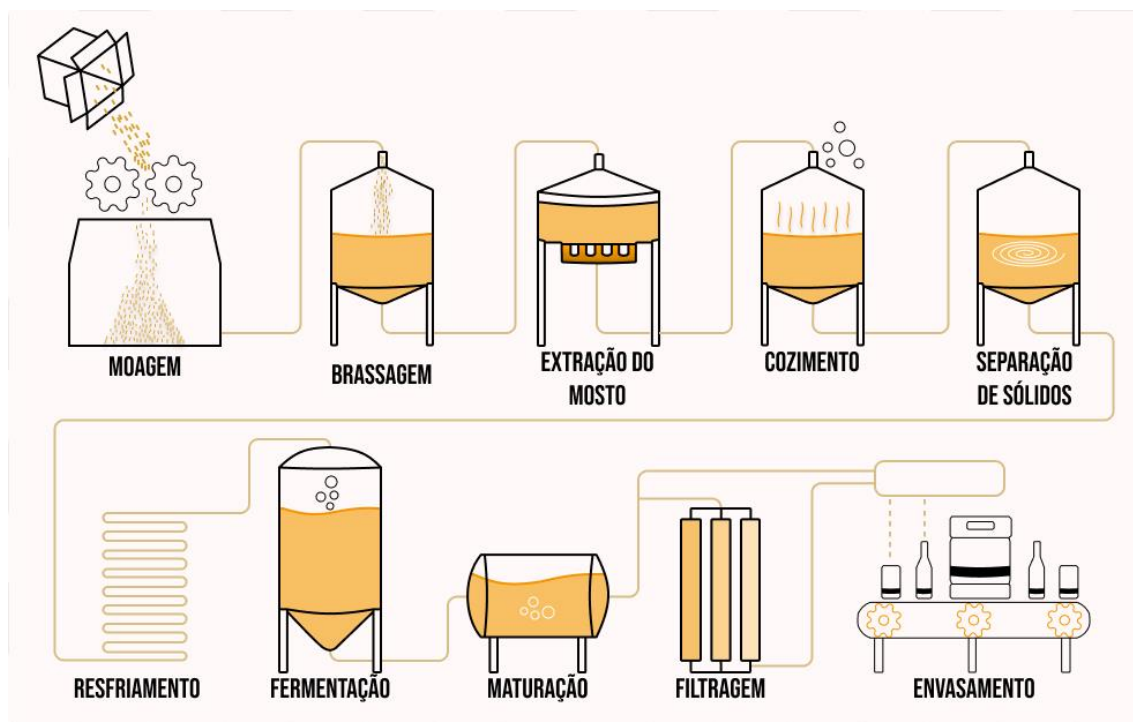
para expor o amido presente nos grãos que serão convertidos em açúcares fermentáveis. Após isso ocorre a Brassagem, onde o malte que foi moído é misturado com água quente para iniciar a conversão dos amidos com a técnica tradicional de tripla decocção, que possui três etapas:

1. **Mistura Inicial:** O malte (grão) é misturado com água, em uma temperatura baixa, por volta dos 35°C;
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°C;
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°C 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°C, completando a conversão de amido em açúcares e preparando o mosto para filtragem.

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.

Depois desse processo é realizado a filtragem do mosto, a qual serve para separar as impurezas e as partículas solidas, com o intuito de garantir um líquido mais limpo e claro, pronto para a etapa de fervura e lupulação, que dura entre 60 a 90 minutos, onde o mosto extraído dos grãos é aquecido intensamente, entre 90°C e 100°C, e o lúpulo é adicionado gradualmente, e traz características como o sabor amargo e aroma. Após a fervura, o resfriamento começa, pois o mosto precisa ser resfriado rapidamente para a temperatura adequada para a fermentação, que varia entre 9°C a 12°C, já que ele evita contaminações e é crucial para manter as características sensoriais da cerveja. Inicia-se logo em seguida a fermentação primária, a qual as leveduras *Saccharomyces pastorianus* são adicionadas ao mosto. Durante a fermentação primária, que ocorre entre 9°C a 12°C, as leveduras convertem os açúcares do mosto em álcool e CO<sub>2</sub>. Esta fase dura de 7 a 14 dias e é fundamental para a produção da base alcoólica e para a formação de aromas e sabores característicos. Seguindo adiante, ocorre o descanso de diacetil, onde a temperatura é aumentada para 14°C a 16°C durante 2 a 4 dias, o que permite às leveduras reduzirem compostos indesejáveis, como o diacetil, que pode conferir um sabor amanteigado. Passado esses dias, a maturação começa, e a cerveja é gradualmente resfriada para uma

temperatura de 0°C a 2°C e permanece nessa condição por 2 a 6 semanas, pois nesse período as partículas em suspensão se sedimentam, e os sabores da cerveja são refinados, resultando em uma bebida limpa e equilibrada. E por último temos uma etapa que é opcional, conhecida como Carbonatação e Filtragem, que consiste na injeção artificial de CO<sub>2</sub>, caso isso não tenha acontecido durante a fermentação natural. A filtragem pode ser aplicada caso ainda exista leveduras remanescentes na cerveja. E para que essa etapa ocorra de forma correta, a temperatura varia em torno de 0°C e 2°C, podendo durar de 3 a 7 dias.



## 1.5 Processo de Fermentação da Cerveja IPA

Após a fervura e o resfriamento do mosto, entramos na etapa da fermentação da cerveja IPA, que consiste na fase chamada Fermentação Primária, onde é adicionado a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, que inicia a fermentação alcoólica. Por se tratar de uma cerveja IPA, a temperatura deve ser mais alta, girando em torno de 18°C nos primeiros 3 dias e depois sendo aumentada gradualmente para 19°C durante mais dois dias (isso em média). O motivo desse aumento é estimular a atividade das leveduras e a formação de ésteres frutados que são desejados.

Logo após entramos na etapa da Maturação, que não é exatamente uma fermentação, mas pode-se considerar como uma segunda fermentação, isso porque nessa etapa apesar da temperatura girar em torno de 0°C a 4°C, ainda existe a fermentação por parte das leveduras, e na maturação a temperatura vai diminuindo gradualmente até atingir esses valores mencionados. Além disso, é

nessa etapa onde é feita a clarificação da cerveja e onde há o desenvolvimento de sabores mais equilibrados. Vale dizer que essa fase pode durar de 1 a 2 semanas.

## **1.6 Processo da produção da Cerveja IPA**

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 e 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.

## **1.7 Levedura nas cervejas Pilsen e IPA**

A cerveja Pilsen é uma cerveja de baixa fermentação na qual ela é produzida com as leveduras do tipo *Saccharomyces Pastorianus*. Elas atuam em temperaturas ao redor de 10°C a 12°C, e se sedimentam no fundo do tanque de fermentação. Esse processo acaba resultando em uma cerveja mais limpa e suave, o que faz com que se destaque os sabores do malte e do lúpulo com menor presença de ésteres frutados e fenóis.

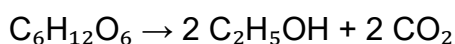
Já na cerveja IPA, que é uma cerveja de alta fermentação, é necessário a utilização da levedura da espécie *Saccharomyces cerevisiae*, isso porque elas operam em temperaturas mais elevadas, em torno de 15°C a 22°C, e tem uma característica que tendem a flutuar no mosto durante a fermentação. E por trabalharem em uma temperatura maior, resulta em uma cerveja com maior complexidade de aromas e sabores, sendo caracterizado por notas frutadas, tendo um corpo médio e um teor alcoólico maior.

Cabe dizer que, apesar das diferenças aparentarem não serem tão grandes na temperatura, ela faz total diferença para as leveduras, isso porque interfere diretamente no seu metabolismo. As leveduras de baixa fermentação são mais eficientes em temperaturas mais baixas, e por outro lado, as leveduras de alta

temperatura, precisam de temperaturas mais elevadas para um desempenho ideal e desejado. Portanto, utilizar a levedura fora de sua faixa de temperatura ideal, pode causar uma fermentação incompleta ou até na produção de compostos indesejados, o que impacta diretamente no sabor e qualidade da cerveja.

Além disso se a temperatura for demasiadamente alta, ou seja, acima de 35-40°C, a maioria das leveduras de cerveja morre devido à desnaturação das proteínas e danos celulares. E se chegar a 50°C, as leveduras morrem instantaneamente. Isso significa que a má gestão da temperatura na etapa da fermentação das cervejas impacta de maneira negativa tanto uma quanto, isso porque as leveduras são microrganismos sensíveis a temperatura.

Portanto, o trabalho das leveduras consiste em transformar o açúcar presente no meio em álcool e CO<sub>2</sub>, como mostra a equação a seguir:

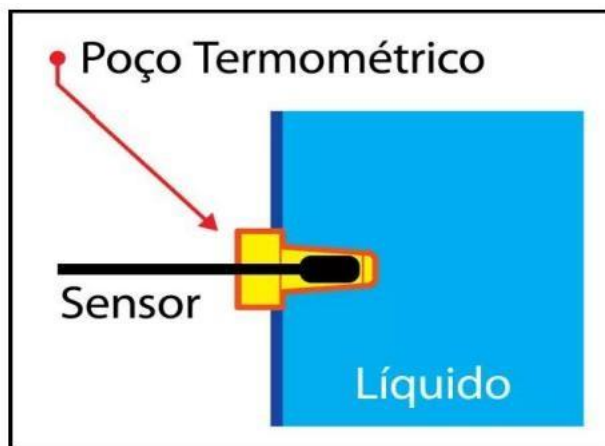


## 1.8 Sensor utilizado

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.

O sensor de Temperatura LM35 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 nossa Dashboard transmitirá uma notificação de alertas para assegurar o controle e eficiência na fermentação.

Como proposto o sensor será aplicado em um poço termométrico 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 e cause alguma interferência ou contaminação do líquido.



(Representação do poço termométrico com o sensor)

## 2. OBJETIVO

A *MoniBeer* tem como objetivo entregar um sistema de monitoramento contínuo da temperatura na etapa de fermentação da cerveja artesanal IPA e PILSEN. Que terá uma dashboard para visualização de dados e históricos, teremos um site funcional que irá emitir alertas caso a temperatura esteja diferente do ideal recomendado.

## 3. JUSTIFICATIVA

O projeto visa aumentar a eficácia e ter uma diminuição de perda que varia entre 10% a 25% nas cervejas artesanais no processo da fermentação.

## 4.ESCOPO

### 4.1 Resumo

O controle de temperatura no processo da fermentação da cerveja é essencial para a produção da melhor maneira do produto, isso porque a variação da temperatura mexe diretamente com as leveduras, que são as responsáveis por esse processo da fermentação, portanto gerir a temperatura visando o “bem-estar” da levedura facilita e não prejudica a etapa da fermentação.

### 4.2 Diagrama de visão de negócio

O diagrama de visão de negócio mostra como o sistema *MoniBeer* vai funcionar na prática. Primeiro, a empresa interessada faz o cadastro no site (Passo 1). Depois, a gente instala um sensor dentro da fermentadora, no local correto chamado poço termométrico (Passo 2). Esse sensor vai capturar a temperatura da fermentação (Passo 3). Se acontecer alguma oscilação fora do normal, o sistema avisa o usuário (Passo 4). Por fim, o usuário consegue acessar uma

dashboard com gráficos e dados em tempo real para acompanhar todo o processo da fermentação (Passo 5). A ideia é facilitar o controle da produção e evitar problemas na fermentação.

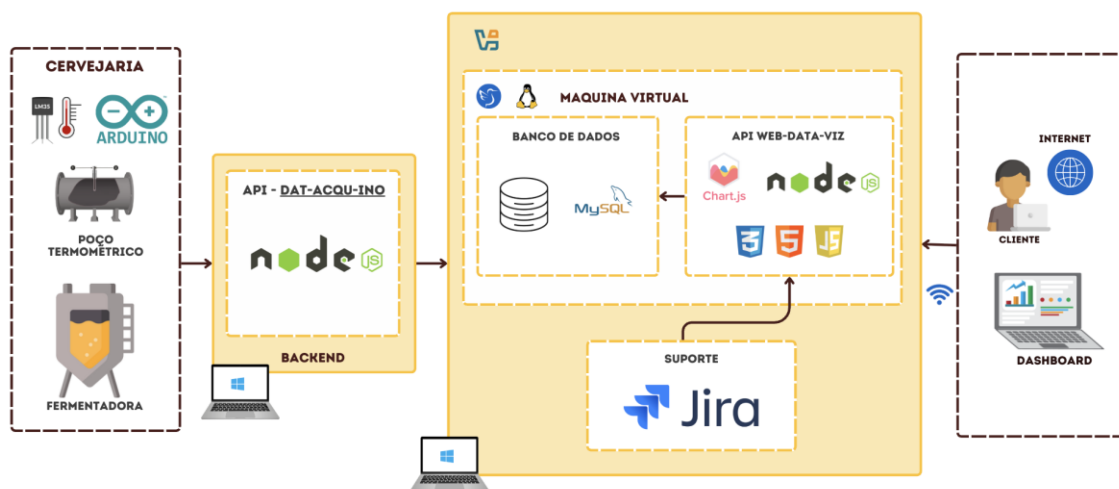


DIAGRAMA DE VISÃO DE NEGÓCIO



### 4.3 Diagrama técnico

O diagrama técnico acima representa como funciona a estrutura do sistema desenvolvido. O sensor LM35, conectado ao Arduino, é inserido no poço termométrico da fermentadora para capturar a temperatura do processo de fermentação. Esses dados são enviados para a API chamada DAT-ACQU-INO, desenvolvida em Node.js, que roda em uma máquina local e envia as informações para uma máquina virtual. Nessa máquina virtual, os dados são armazenados em um banco de dados MySQL e através da API WEB-DATA-VIZ, também feita em Node.js e utilizando tecnologias como HTML, CSS, JavaScript e Chart.js, os dados são processados e exibidos visualmente em um dashboard. O cliente pode então visualizar e acompanhar a fermentação em tempo real. Além disso, o suporte do projeto é gerenciado através da ferramenta Jira.



### 4.4 Problema

A falta de um monitoramento correto na etapa de fermentação da cerveja artesanal causa diversos problemas que afetam tanto a qualidade quanto a estabilidade do produto. Os principais problemas que podem acontecer:

Se as temperaturas estiverem muito altas aumentam a produção de ésteres frutados (São compostos orgânicos oxigenados, resultado da reação entre um ácido carboxílico e um álcool, que conferem o aroma e sabor característico a diversas frutas), que podem resultar em aromas indesejáveis, como solvente ou álcool forte.

Se a temperatura estiver muito abaixo do indicado, a atividade das leveduras pode diminuir ou até parar, deixando açúcares não fermentados e comprometendo o teor alcoólico desejado.

Temperaturas instáveis podem enfraquecer a levedura, deixando um ambiente favorável para contaminações por bactérias e leveduras selvagens. Ela afeta diretamente na taxa de conversão dos açúcares em álcool. Se a fermentação for



muito rápida (alta temperatura), pode causar uma cerveja mais seca e alcoólica. Se for muito lenta (baixa temperatura), pode deixar a cerveja com corpo excessivo e resíduos adocicados.

Os afetados são principalmente os fabricantes de cerveja artesanal que tem uma faixa no percentual de prejuízo devido à falta de um monitoramento eficaz da temperatura na etapa de fermentação.

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.

### 4.5 Resultados esperados

- Entregar um site institucional e funcional;
- Entregar uma solução IoT utilizando Arduino e um sensor LM35;
- Fazer a instalação do sensor nas fermentadoras;
- Melhorar o monitoramento da temperatura no período de fermentação da cerveja;
- Diminuir os riscos no processo de fermentação;
- Proporcionar feedbacks dinâmicos e emitir alertas com base na temperatura gerada no processo de fermentação;
- Entregar uma página web de dashboard dos dados gerados pelo sensor;
- Entregar um ciclo de autenticação completa por meio de uma página de “Login” e “Cadastro”.

### 4.6 Requisitos

BACKLOG DE REQUISITOS - MONIBEER							
ID	REQUISITOS	DESCRIÇÃO	CLASSIFICAÇÃO	TAMANHO	TAM(#)	PRIORIDADE	SPRINT
RF - 01	Site Institucional	Exibir uma página com informações sobre a empresa MoniBeer e formas de contato.	Essencial	G	13	1	SP2
RF - 02	Página de Login	Criar uma página de login que permita ao usuário fornecer sua matrícula e senha para autenticação.	Essencial	M	8	1	SP2
RF - 03	Página de Cadastro Colaborador	Criar uma página de cadastro de colaborador no sistema, solicitando informações como nome, cargo, matrícula, e dados de login, para permitir o acesso ao sistema com diferentes permissões de acordo com o cargo.	Essencial	M	8	2	SP2
RF - 04	Página de Cadastro Empresa	Criar uma página para o cadastro de empresas, onde serão inseridos dados como nome da empresa, CNPJ, endereço, e outras informações necessárias.	Essencial	M	8	1	SP2
RF - 05	Recuperação de Senha	Implementar a funcionalidade para que o usuário possa redefinir sua senha, recebendo instruções por e-mail ou outro meio seguro.	Importante	M	8	2	SP3
RF - 06	Validação de Login (Bruto)	Verificar se os dados inseridos no formulário de login são válidos antes de permitir o acesso ao sistema, por meio de dados brutos no código.	Essencial	G	13	2	SP2
RF - 07	Validação de Login Avançado	Verificar se os dados inseridos no formulário de login são válidos antes de permitir o acesso ao sistema, por meio da consulta ao banco de dados	Essencial	G	13	1	SP3
RF - 08	Manutenção Cadastral de Colaboradores	Disponibilizar uma área para consultar, editar ou excluir os dados dos colaboradores já cadastrados.	Importante	G	13	2	SP3

RF - 09	Definir Cargos e Permissões	Permitir a atribuição de diferentes níveis de acesso aos colaboradores (ex: administrador, gerente, colaborador).	Importante	M	8	2	SP3
RF - 10	Simulador Financeiro	Criar uma página de simulação financeira para estimar perdas baseadas em desvios de temperatura.	Essencial	G	13	1	SP1
RF - 11	Página de Dashboard (Home)	Criar uma página de Dashboard Home, exibindo uma visão geral com os dados mais importantes sobre a operação das fermentadoras.	Essencial	G	13	1	SP2
RF - 12	Página de Dashboard IPA e Pilsen	Criar uma página de Dashboard para as cervejas do tipo IPA e Pilsen, exibindo os principais dados de temperatura e das fermentadoras em execução.	Essencial	G	13	1	SP2
RF - 13	Exibir Gráficos de Temperatura	Apresentar gráficos que mostram a variação da temperatura média por um período de tempo em cada fermentadora.	Essencial	M	8	1	SP2
RF - 14	Visualizar Dados em Tempo Real	Exibir os dados coletados pelos sensores imediatamente após a captura, sem necessidade de recarregar a página.	Essencial	M	8	1	SP3
RF - 15	Exibir Status dos Sensores	Indicar visualmente se cada sensor está conectado e funcionando corretamente, com gráficos (pizza) e indicadores de status.	Importante	M	8	2	SP3
RF - 16	Emitir Notificações de Temperatura	Gerar alertas visuais em tempo real sempre que os valores de temperatura estiverem fora do ideal.	Essencial	M	8	1	SP3
RF - 17	Exibir Pop-ups de Alerta	Exibir pop-ups com mensagens de aviso sempre que houver anomalias na temperatura de alguma fermentadora.	Desejável	M	8	2	SP3
RF - 18	Exibir KPIs	Apresentar indicadores-chave de desempenho (como média de temperatura, tempo fora do ideal, etc.) na dashboard.	Essencial	M	8	1	SP2
RF - 19	Exibir Histórico de Monitoramento	Armazenar e permitir a visualização do histórico de temperatura das fermentadoras com filtros por data e hora.	Importante	M	8	2	SP3
RF - 20	Filtrar Dados no Dashboard	Permitir que o usuário filtre os dados apresentados por período, tipo de cerveja, status do sensor, entre outros.	Desejável	M	8	3	SP3
RF - 21	Alterar Tipo de Cerveja	Permitir a seleção ou alteração do tipo de cerveja em fermentação por meio de um seletor na interface.	Desejável	P	5	3	SP3
RF - 22	Atualizar Fase da Fermentação	Permitir que o supervisor selecione manualmente a fase atual da fermentação (A,B ou C).	Desejável	P	5	3	SP3
RF - 23	Implementar HandTalk	Integrar a API HandTalk para traduzir os conteúdos do sistema em língua de sinais, garantindo acessibilidade.	Desejável	P	5	2	SP3
RF - 24	Exibir Mensagens de Erro ou Sucesso	Apresentar mensagens claras para o usuário em caso de sucesso ou erro nas operações de login, cadastro e outras ações.	Importante	P	5	1	SP2
RF - 25	Desenvolver Código Arduino	Programar o código do Arduino para realizar a leitura de dados de sensores de temperatura (LM35) e enviá-los ao sistema.	Essencial	M	8	1	SP1
RF - 26	Receber Dados do Sensor via Arduino	Captar e processar as informações de temperatura transmitidas pelos sensores conectados ao Arduino.	Essencial	M	8	1	SP1
RF - 27	Implementação da API para Inserção de Dados	Usar da faculdade a API que receba os dados captados pelos sensores e os armazene corretamente no banco de dados.	Essencial	M	8	1	SP2
RF - 28	Implementação da API para Consulta de Dados	Usar da faculdade a API que permita a visualização e análise dos dados já armazenados no banco de dados.	Essencial	M	8	1	SP3
RF - 29	Conectar Arduino e Banco de Dados via API	Garantir a comunicação entre o banco de dados da Máquina Virtual e o Arduino através da API, assegurando a integridade das informações.	Essencial	G	13	1	SP2
RF - 30	Script do Banco de Dados	Desenvolver a modelagem física do banco de dados utilizando o MySQL Server	Essencial	G	13	1	SP1
RNF - 01	Prototipagem das Páginas	Criar modelos visuais (protótipos) das principais telas do sistema para orientar o desenvolvimento e a validação com os usuários.	Essencial	M	8	1	SP1
RNF - 02	Criar Nome da Empresa	Estabelecer um nome oficial para o sistema/projeto como parte da identidade institucional.	Essencial	M	8	1	SP1
RNF - 03	Seguir o Protótipo do Projeto	Seguir a interface do sistema, sendo fielmente igual aos protótipos validados durante o planejamento do projeto.	Essencial	M	8	1	SP2
RNF - 04	Design Moderno	Adotar uma interface limpa, intuitiva e agradável, com estilo contemporâneo.	Importante	M	8	2	SP1
RNF - 05	Otimizar o Desempenho	Otimizar o sistema para carregar as informações da dashboard em até 2 segundos.	Importante	M	8	2	SP3
RNF - 06	Alternância de Tema	Permitir a alternância entre os temas claro e escuro.	Desejável	M	8	3	SP3
RNF - 07	Modelagem do Banco de Dados	Realizar o planejamento e a estruturação das tabelas e relacionamentos do banco de dados no Mysql Workbench.	Essencial	G	13	1	SP1
RNF - 08	Utilizar Linguagem de Programação JavaScript	Utilizar o JavaScript como linguagem principal do sistema.	Essencial	M	8	1	SP1
RNF - 09	Documentação	Elaborar a documentação de todo o projeto.	Essencial	G	13	1	SP1
RNF - 10	Diagrama de Visão do Negócio	Representar os processos e objetivos do projeto do ponto de vista do negócio.	Essencial	G	13	2	SP1
RNF - 11	Diagrama da Visão Técnica da Solução	Representar a arquitetura e os componentes técnicos do sistema.	Essencial	G	13	2	SP1
RNF - 12	Responsividade do Site	Garantir que o sistema se adapte a diferente tamanho de monitores.	Desejável	M	8	3	SP3

#### **4.7 Limites e exclusões**

- Restrito apenas para site institucional;
- Restrito apenas para uso de cerveja artesanal;
- Restrito apenas para a fermentação da PILSEN e IPA;
- Restrito somente para monitoramento e feedbacks;
- Restrito para um treinamento prévio da utilização da plataforma;
- Não iremos fazer nenhum gerenciamento na fermentadora;
- Não iremos realizar um treinamento de manutenção do aparelho;
- Não iremos fazer tomadas de decisões;

#### **4.8 Macro cronograma – Total 86 dias**

- Entrega da documentação da sprint 1 - 4 dias;
- Levantamento de requisitos - 10 dias;
- Desenvolvimento - 50 dias;
- Teste e homologação - 14 dias;
- Implantação - 6 dias;
- Acompanhamento – 2 dias.

#### **4.9 Recursos necessários**

- Arduino Uno;
- Sensor LM35 para medir a temperatura;
- 9 estudantes da SPTECH (900h);
- 1 computador;
- Software (Arduino IDE) para controlar o Arduino;
- Banco de dados MySQL;
- Domínio de Javascript, HTML e CSS;
- Uma API disponível para o desenvolvimento.

#### **4.10 Premissas**

- O cliente possuir acesso à internet para a utilização da plataforma de monitoramento;
- O cliente dispor de um dispositivo para acessar a plataforma de análise de dados;
- O cliente possuir tanques de fermentação compatíveis com a instalação dos sensores de temperatura;
- O cliente assumir a responsabilidade pelo cuidado e bom manejo dos sensores e da infraestrutura após a entrega do dispositivo;
- Para garantir uma instalação, funcionamento e monitoramento adequado, é necessário que o cliente tenha acesso à energia.
- O cliente deve realizar a leitura do manual de instalação e uso para garantir o correto funcionamento do sistema.

#### **4.11 Restrições**

- O microcontrolador será o Arduino ligado ao sensor de temperatura, somente eles, sem outros sensores adicionais;
- Alimentação de energia do Arduino precisa ser constante;
- O sensor precisa estar em áreas de fermentação, caso contrário não conseguiremos monitorar a temperatura do processo de fermentação;
- A precisão do sensor está diretamente ligada ao modelo dele, em caso de aprimoramento, há outros custos envolvidos;
- O projeto não será responsável pela qualidade da cerveja, mas sim o monitoramento de temperatura das máquinas de fermentação;
- O projeto deverá e servirá para indústrias de cervejarias artesanais.
- Restrito apenas para site institucional;
- Restrito apenas para uso de cerveja artesanal;
- Restrito apenas para a fermentação da PILSEN e IPA;
- Restrito somente para monitoramento e feedbacks;
- Restrito para um treinamento prévio da utilização da plataforma;
- Não iremos fazer nenhum gerenciamento na fermentadora;
- Não iremos realizar um treinamento de manutenção do aparelho
- Não iremos fazer tomadas de decisões.

#### **4.12 Stakeholders**

A equipe de desenvolvimento desse projeto é responsável por projetar, programar e testar o sistema, para garantir ao cliente que esteja tudo funcional e adequado para sua utilização. Nossos líderes pedagógicos da São Paulo Tech School estão à frente de explicar e auxiliar em diversas áreas para a realização desse projeto, fornecendo suporte técnico e conhecimento para a equipe de desenvolvimento desse projeto juntamente com a instituição de ensino, que colabora para o fornecimento de materiais, para que consigamos construir a

parte do Arduino e sensores. Os cervejeiros artesanais também têm um papel importante, eles serão os usuários finais, a quem todos nós iremos atender, a quem iremos entregar o projeto. Os fornecedores de matéria-prima que fornecem o malte, lúpulo, levedura, água. E empresas que fornecem as ferramentas necessárias para todo o processo. Apreciadores de cerveja artesanal, o consumidor daquele produto, com a qualidade no processo de fermentação, o produto chegará aos clientes de forma padronizada, para eles consumirem.

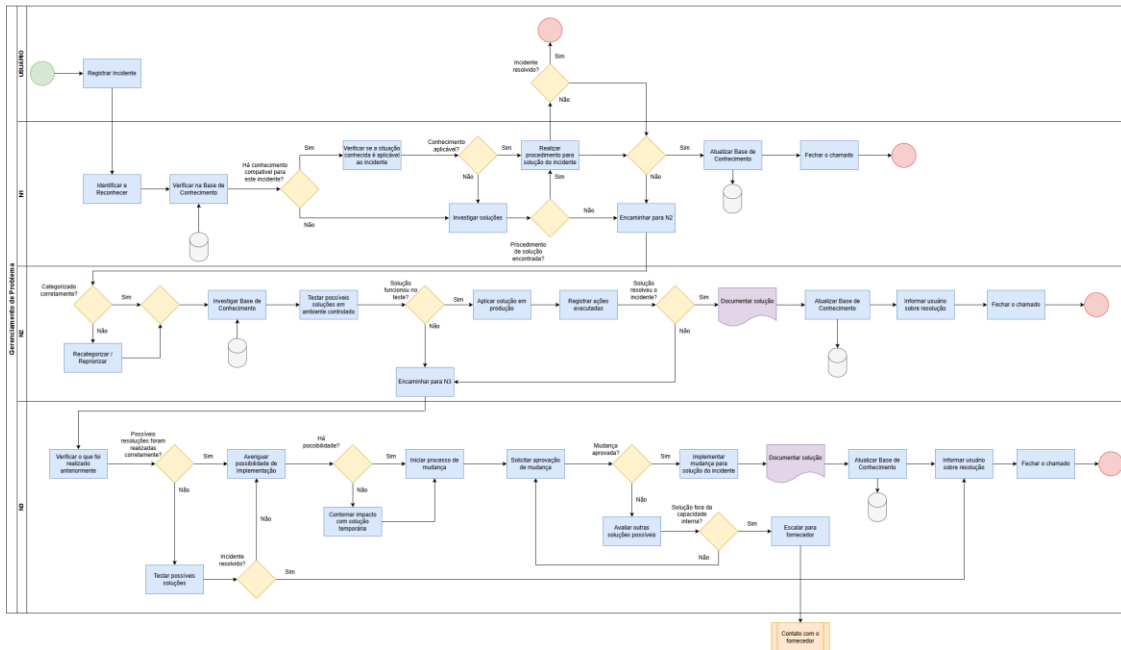
### **4.13 Fluxograma**

O fluxograma é a nossa representação gráfica de um processo mostrando a sequência lógica de atividades, decisões, entradas e saídas. Ele é usado para visualizar o fluxo de trabalho de um processo de gerenciamento de serviços de TI.

- Fluxograma de Incidente:

GRUPO 11 - MonBeer  
 Beatriz Perez,  
 Emanuel Silva,  
 Fernando Gutierrez,  
 João Lucas Reis,  
 João Victor Lima,  
 Nathali Ribeiro

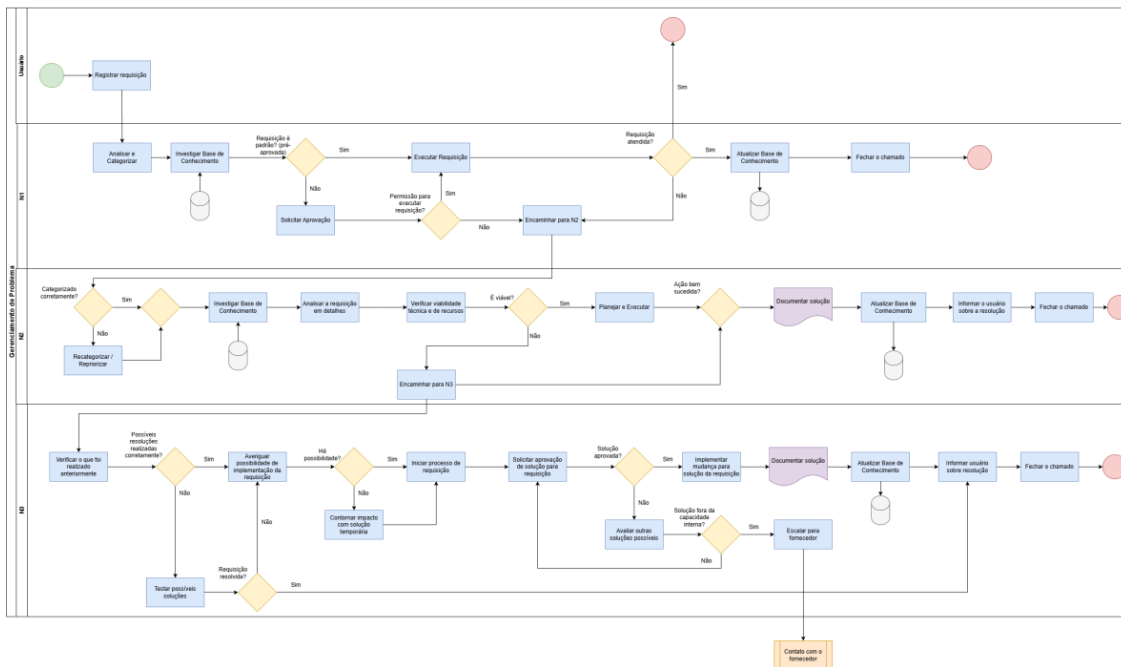
### FLUXOGRAMA - INCIDENTE



- Fluxograma de Problema:

GRUPO 11 - MonBeer  
 Beatriz Perez,  
 Emanuel Silva,  
 Fernando Gutierrez,  
 João Lucas Reis,  
 João Victor Lima,  
 Nathali Ribeiro

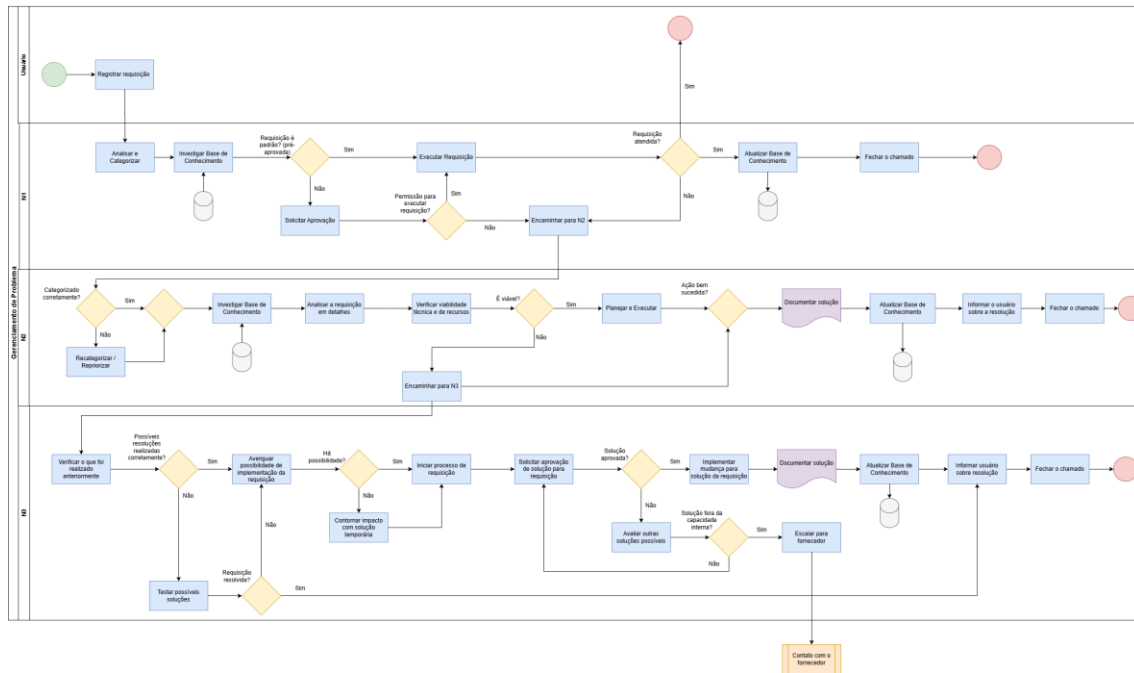
### FLUXOGRAMA - REQUISIÇÃO



- Fluxograma de Requisição

GRUPO 11 - Moniker  
 Beatriz Peres,  
 Emanuelle Silva,  
 Fernando Góes,  
 João Lucas Reis,  
 João Victor Lima,  
 Nathaniel Ribeiro

### FLUXOGRAMA - REQUISIÇÃO



### 4.14 Gerenciamento de mudança (GMUD)

A GMUD (Gestão de Mudanças) é o controle do ciclo de vida de todas as mudanças, possibilitando que mudanças benéficas sejam feitas com o mínimo de interrupção aos serviços de TI. Isso foi aplicada no nosso projeto para organizar e registrar uma alteração feita durante a etapa de troca de um sensor em mal funcionamento.

Segue o fomulário de gestão de mudança:

PLANO DE MUDANÇA			
Mudança: Trocar um sensor em mal funcionamento em uma fermentadora			
Data: 27/05/2025			
<input type="checkbox"/> Que		Trocar um sensor em mal funcionamento	
Por que		motivo da mudança: continuidade do negócio	
		resultados: Retomar o funcionamento do sensor na fermentadora	
Onde	(x)Produção ( )Homologação ( )	Serviços: - Manutenção corretiva - Substituição de sensor	Itens de Configuração: - Sensor LM-35 (removido)- Sensor LM-35 (instalac
Como	procedimentos passo a passo:  -Desligar o sistema da fermentadora -Remover sensor LM35 -Instalar novo sensor LM35 -Verificar fixação e posicionamento -Verificar funcionamento do sensor		
	Validação da mudança:  - Sensor LM35 funcionando corretamente- Sistema da fermentadora operando sem falhas- Confirmada a leitura		
	Retorno:  - Operação normalizada- Produção retomada sem impacto- Notificação enviada ao time responsável		
Quando	Total horas previsto: 4h00	Início: 27/05/2025   Hora: 9h00	Término: 27/05/2025   Hora: 13h00
	Necessita hora extra: <input type="checkbox"/> Sim, de ____h ____m <input checked="" type="checkbox"/> Não		
Quem	Beatriz do Carmo perez		
	Emanuelle Fernanda		
	Fernando Gutierrez		
	Nathalli Ribeiro		
	João Lucas Reis		
	João Victor Carlos		
	Assinatura	Assinatura	
	Ciência do Gestor: _____ (Assinatura do Gestor)		