

## PROJETO: CERVEJARIA SAN MARTINO

**Gabriel Alexandre Savi<sup>1</sup>**

**Carolina Resmini Melo Marques<sup>2</sup>**

**Resumo:** O presente trabalho desenvolveu o projeto de uma unidade industrial para produção de cerveja artesanal na cidade de Siderópolis-SC, utilizando de estudos práticos e técnicos. Através do conhecimento de área, foi possível o desenvolvimento de um termo de abertura e determinação de equipamentos necessários para atingir a meta de produção de 5000 litros mensais de cerveja. Após isso, seguiu-se com a elaboração de um diagrama de blocos, seguido de um fluxograma completo do processo. Além disso, foi realizado os balanços de massa e energia em cada etapa do processo, auxiliando no desenvolvimento de um layout industrial. Após feito toda a parte técnica, iniciaram-se o cálculo de viabilidade econômica, em que o resultado se mostrou positivo, com um retorno do investimento em menos de 2 anos e com uma TIR elevada a partir de 3 anos. Este trabalho correspondeu as expectativas gerais, pois foi possível cumprir todos os objetivos e metas estabelecidas no início do projeto.

**Palavras-chave:** Cerveja. Layout. Fluxograma. Balanço de massa e energia. Viabilidade econômica.

### 1 INTRODUÇÃO

O Brasil cada vez mais vem se destacando no mercado cervejeiro no mundo, se mantendo no topo junto a China, Estados Unidos da América e Alemanha. Sendo que a cerveja é a terceira bebida mais consumida no mundo (MARCELINO, 2023), e só no Brasil tem-se uma média de 67,9 litros consumidos por cidadão, chegando a produção de quase 14 bilhões de litros anuais e com isso ocupando a terceira posição no globo (MAPA, 2021). Seguindo esses dados, é claro o potencial desse segmento no mercado brasileiro e mundial.

Sendo assim, cada vez mais pessoas entram neste mercado, de modo que no ano de 2022 houve um aumento de 6% na produção anual de cerveja nacional (GUIA DA CERVEJA, 2022). Assim, destacam-se duas principais frentes da produção da cerveja: as grandes empresas, que são líderes de mercado e focam nas vendas em grandes volumes para mercados nacionais e internacionais, e as pequenas empresas, que focam mais na qualidade da

---

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Química, ano: 2023. E-mail: gabrielsavi@hotmail.com

<sup>2</sup> Professora do Centro Universitário UniSATC E-mail: carolina.melo@satc.edu.br

cerveja e mercados regionais. Estas pequenas empresas estão concentradas majoritariamente nas regiões Sul e Sudeste, com aproximadamente 340 microcervejarias localizadas somente no Estado de São Paulo, sendo que o Estado de Santa Catarina concentra 195 das cervejarias artesanais nacionais (GUIA DA CERVEJA, 2022).

O presente trabalho buscou analisar o mercado regional, e com isso, projetar um galpão industrial para uma microcervejaria já existente no município de Siderópolis-SC. Neste projeto foram analisadas diversas partes da produção, deste modo foi possível estabelecer quantidades de matérias-primas a serem compradas, planejar as formulações, entre outros. Além disso, foi realizado um planejamento econômico, levando em consideração os investimentos necessários para a demanda de produção desejada.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 HISTÓRIA DA CERVEJA**

A cerveja é uma das bebidas mais antigas, tendo como primeiros relatos a partir do ano 8000 a.C., mas a icônica aparência e características da cerveja atual só foi começar a partir do século XIII, quando os monges alemães adicionaram o lúpulo em sua composição. A partir da revolução industrial na Inglaterra, as produções foram deixando de ser artesanais para se tornar cada vez maiores em fábricas (SANTOS, 2003).

A partir da década de 80, segundo Hindy (2015), começou a surgir um movimento contrário a produção em larga escala, este manifesto foi chamado de “A revolução da Cerveja Artesanal”, começando nos Estados Unidos com o surgimento das microcervejarias, que colocam a qualidade antes dos números de produção.

### **2.2 DEFINIÇÃO DE CERVEJA**

Segundo o Regulamento Técnico do MERCOSUL de produtos de Cervejaria (2001, p. 54), a cerveja é definida como:

Entenda-se exclusivamente por cerveja a bebida resultante da fermentação, mediante levedura cervejeira, do mosto de cevada malteada ou do extrato de malte, submetido previamente a um

processo de cocção, adicionado de lúpulo. Uma parte da cevada malteada ou do extrato de malte poderá ser substituída por adjuntos cervejeiros.

Sendo que segundo a “Lei da Pureza Alemã”, a cerveja deve ter em sua composição somente água, cevada, lúpulo e levedura, porém, em muitas cervejarias industriais e artesanais é comum o uso do trigo, arroz, aveia, sorgo, entre outros para a produção destes produtos (MORADO, 2009).

A classificação fica em dois grandes grupos, tendo como o tipo de fermentação e de levedura os grandes diferenciais, são elas a *Lager* e *Ale*. Enquanto o tipo *Lager*, ou de baixa fermentação, é produzido pelas leveduras *Saccharomyces uvarum*, que repousam na parte superior do fermentador e trabalham entre 5-15 °C, as do tipo *Ale* utilizam a levedura *Saccharomyces cerevisea*, que decantam para o fundo do fermentador e trabalham a temperaturas entre 5-21 °C. Os tipos *Ale* apresentam um paladar e um aroma mais intenso e complexo, enquanto os tipos *Lager* oferecem uma cerveja mais leve, limpa e neutra para o consumidor (SANTOS, 2014).

## 2.3 MERCADO

Atualmente, a indústria cervejeira no Brasil é umas das mais importantes para o país, sendo responsável por um faturamento de 77 bilhões de reais, equivalente a 2% do PIB em 2019, com aproximadamente 1000 estabelecimentos legalmente instalados (SINDICERV, 2020).

Dados de 2020 mostram que todos os Estados do país possuem ao menos uma cervejaria instalada, sendo que a região Sudeste a que mais se concentra, porém foi no Nordeste em que teve o maior crescimento, com um aumento de 41,4% em número absoluto de cervejarias (SINDICERV, 2020).

## 2.4 INSUMOS

Nesta seção serão apresentados os insumos para produção de cervejas artesanais.

### 2.4.1 Água

A água é o principal insumo da cerveja, utilizando um volume 6 vezes maior que o final desejado (BRIGGS et al., 2004). Deve ser utilizado água potável na produção do mosto, com concentração controlada de íons, pois esses

interferem na qualidade de produção e nos aspectos da bebida (AQUARONE et al., 2001). Além de ser um componente da bebida, ela é utilizada para a etapa de lavagem, sanitização de equipamentos e pasteurização da cerveja envasada. Hoje, através das tecnologias de tratamento d'água, é possível adaptar a composição de qualquer água, porém, o custo é muito alto, por isso as cervejarias priorizam por um lugar com acesso a água ideal. Sendo assim, existem algumas especificações ideais para a água, que podem ser visualizadas no Qd. 1.

Quadro 1: Especificações ideais para água.

Parâmetro	Unidade	Especificação
Sabor	-	Insípida
Odor	-	Inodora
pH	-	6,5 - 8,0
Turbidez	NTU	Menor que 0,4
Matéria Orgânica	mgO <sub>2</sub> /L	0 - 0,8
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	50 - 150
Dureza Total	mgCaCO <sub>3</sub> /L	18 - 79
Sulfatos	mgSO <sub>4</sub> /L	1 - 30
Cloretos	mgCl/L	1 - 20
Nitratos	mgNO <sub>3</sub> /L	Ausente
Cálcio	mgCa <sup>2+</sup> /L	5 - 22
Magnésio	mgMg <sup>2+</sup> /L	1 - 6
CO <sub>2</sub> Livre	mgCO <sub>2</sub> /L	0,5 - 5

Fonte: Matos, 2012

#### 2.4.2 Malte

O malte é a fonte primária de carboidratos da cerveja, sendo obtido a partir da germinação e dessecação do grão escolhido. Para ser produzido o malte, pode ser utilizado vários grãos como o trigo, aveia, milho, cevada, etc., sendo que os fatores econômicos e o sabor são os principais para a escolha entre eles (BELETI et al., 2012).

Mesmo com a possibilidade de utilizar diversos grãos para a malteação, a cevada é o principal utilizado para a produção de cerveja, pois sua produção de enzimas é feita de forma equilibrada e também a alta quantidade de proteínas que ajuda no crescimento da levedura (HOSENEY, 1994).

#### 2.4.3 Lúpulo

O lúpulo é um pequeno broto floral da trepadeira *Humulus lupulus L.*, sendo o principal responsável pelo paladar amargo da cerveja. Ele tem

característica de antiespumante durante a fervura, ajudando na estabilidade do processo. Normalmente é utilizado somente as flores fêmeas para a produção, pois possuem grandes quantidades de resinas amargas e óleos essenciais (REBELLO, 2009).

Diferentes tipos de lúpulo geram sabores e aromas distintos, produzindo assim novos tipos de cerveja. Segundo Hutkins (2006), é necessário entre 40 a 300 g para cada 100 litros de cerveja.

#### **2.4.4 Levedura**

O fermento é o componente utilizado para a produção de álcool, através do processo de fermentação microbológica dos açúcares presentes no mosto. As leveduras mais comuns no mercado são *Saccharomyces cerevisiae* e a *Saccharomyces uvarum*, sendo que para a fermentação ocorrer, é necessária uma quantidade adequada capaz de consumir os açúcares fermentescíveis (MORADO, 2009).

As leveduras normalmente se dividem em dois grupos: as de fermentação alta (*Saccharomyces cerevisiae*) e as de fermentação baixa (*Saccharomyces uvarum*). Essas leveduras em conjunto aos outros ingredientes entregam diferentes propriedades a cerveja pelos seus produtos como o álcool, ésteres, etc (CARVALHO, 2007).

Os fermentos de alta fermentação trabalham em uma faixa de temperatura de 15 °C a 22 °C, com período de tempo entre 3 a 5 dias, enquanto os de baixa fermentação trabalham entre 7 °C a 15 °C, em um período de 10 dias (CARVALHO, 2007).

### **2.5 PROCESSO DE PRODUÇÃO DA CERVEJA**

A produção da cerveja pode ser dividida nas seguintes etapas:

- Etapa 1 – Moagem: Esta etapa é um processo físico em que o grão é quebrado, aumentando a superfície de contato entre as enzimas do malte, deixando a hidrólise mais acessível. Esta etapa é muito importante para a velocidade das transformações físico-químicas, rendimento, clarificação e qualidade final da cerveja (DRAGONE; ALMEIDA; SILVA, 2010).

- Etapa 2 – Brassagem ou mosturação: nessa etapa, a farinha obtida na moagem é misturada com a água e deixada em repouso sob aquecimento entre 75 °C e 80 °C, durante duas a quatro horas, com verificação rotineira do pH nesse período. As enzimas contidas no malte, devido à alta temperatura, dão início à hidrólise do amido, transformando o amido em maltose e outros açúcares, e também extraem outras substâncias como proteínas, vitaminas, etc. (CARVALHO, 2007).
- Etapa 3 – Clarificação: A filtragem do mosto é realizada para retirar todos os componentes insolúveis presentes na mistura, durante aproximadamente três horas. Ao final da clarificação, para cada 100 kg de grãos processados, são gerados 125 a 130 kg de bagaço úmido, com cerca de 80 a 85 % de umidade (FILLAUDEAU, 2006). Este resíduo pode ser usado como alimento para pecuária.
- Etapa 4 – Ebulição do mosto ou fervura: após o último processo, o lúpulo é adicionado ao mosto, e logo em seguida, a mistura é submetida ao processo de aquecimento até chegar aos 100 °C por cerca de 60 a 90 minutos. Esta etapa tem como objetivo a concentração do mosto, estabilização biológica, bioquímica e físico-química (CRUZ, 2008). O lúpulo aromático é adicionado no final da fervura, permanecendo em ebulição por 10 a 15 minutos, pois os aromas são muito voláteis, assim evaporando muito rápido (ALMEIDA, 2005).
- Etapa 5 – Resfriamento: Após a fervura, é necessário resfriar o mosto rapidamente, para evitar a oxidação e a contaminação por microrganismos. Com isso, o mosto passa por um trocador de calor, e em seguida é colocado dentro da caldeira. Sendo assim, o mosto é resfriado de 100 °C para 10 a 20 °C rapidamente (REITENBACH, 2010).
- Etapa 6 – Whirlpool: Em seguida da fervura, o mosto é novamente clarificado, sendo submetido a um processo de decantação hidrodinâmica, realizado em um equipamento denominado Whirlpool, onde o mosto entra em alta velocidade em um tanque cilíndrico,

separando as proteínas e outras partículas por efeito centrífugo (DELCOR, 2019).

- Etapa 7 – Fermentação: O mosto enfim é colocado em contato com as leveduras dentro de um fermentador, deste modo iniciando o processo de fermentação. Essa operação constitui da etapa mais longa do processo e pode durar de 3 a 15 dias a depender da receita em questão. Sendo que o princípio básico da fermentação é a conversão dos açúcares do mosto em etanol e gás carbônico (DELCOR, 2019).
- Etapa 8 – Maturação: A maturação é a etapa onde a cerveja permanece em tanques sob ação de baixas temperaturas possibilitando reações químicas que finalizam o sabor do produto. Esta etapa normalmente é realizada no mesmo tanque em que ocorre a fermentação (BRIGGS et al., 2004).
- Etapa 9 – Carbonatação: Como o teor de gás carbônico não é suficiente para comercialização, realiza-se uma etapa de carbonatação da mesma, por meio da injeção do gás carbônico gerado na etapa de fermentação (CRUZ, 2008).
- Etapa 10 – Envase: Por fim, a cerveja está pronta e deve ser devidamente envasada, podendo ser acondicionada em diferentes tipos de embalagens como garrafa, barril, lata e boxes. Deve-se tomar cuidado com possíveis fontes de contaminação, perda de gás e contato da cerveja com oxigênio, para não prejudicar a qualidade do produto (DELCOR, 2019).

## 2.6 METODOLOGIA DE PROJETO

O desenvolvimento de um projeto pode ser dividido em partes para melhor entendimento, em seguida estas etapas serão apresentadas.













### 2.6.1 Termo de Abertura

Em geral, é um documento que formaliza o início de um projeto. Ele serve como base para o gerente do projeto, fornecendo informações necessárias para a realização do mesmo, como prazos, recursos e orçamentos disponíveis (DELCOR, 2019).

### 2.6.2 Fluxograma

Para a organização estrutural de um projeto, necessita-se de um fluxograma, que nada mais é que um desenho que traça o fluxo de informações, equipamentos, ou materiais através de um determinado trabalho lógico, seja ele manual ou mecânico. Normalmente são construídos com formas geométricas, com linhas e setas, em que é necessário o conhecimento de seus símbolos. A Fig. 1 apresenta alguns exemplos de símbolos comumente utilizados em fluxogramas.

Figura 1: Símbolos e significados de um Fluxograma.

Símbolo		Significado
	Triângulo	Armazenagem
	Círculo pequeno	Conexão
	Círculo grande	Inspeção
	Círculo alongado	Limites
	Losango	Ponto de decisão
	Seta	Sentido de fluxo
	Seta interrompida	Transmissão
	Seta grossa	Movimento/transporte
	Retângulo	Operação
	Retângulo aberto	Anotação
	Retângulo de lados arredondados	Espera
	Retângulo com fundo ondulado	Documento impresso

Fonte: Harrington, 1993

### 2.6.3 Balanço de Massa e Energia

Os balanços de massa e energia são muito importantes para averiguar a eficiência do processo, se os equipamentos estão funcionando de maneira correta, e também para obter a quantidade necessária de energia para o processo fluir.

Os processos podem ser separados em batelada, contínuo ou semi-contínuo, sendo que para o caso da indústria cervejeira, o processo em batelada é o mais ideal. Em um sistema em batelada, a alimentação é introduzida no sistema em uma só vez no início, e retirado o produto durante o processo (MATOS, 2012).



Independente de os sistemas serem abertos ou fechados, a energia pode ser transferida para suas vizinhanças como calor ou trabalho, sendo que sempre a direção do fluxo é da maior para a menor temperatura (JUNIOR, 2013).

Os cálculos de fluxo de energia são baseados em termodinâmica simples, em que estabelece que a energia total de um sistema é conservada, sendo que nada pode ser criado nem destruído, somente transformado. Este conceito pode ser chamado de princípio da conservação da energia ou 1ª Lei da Termodinâmica (DELCOR, 2019).

#### **2.6.4 Layout**

O layout é um arranjo físico apresentado na forma de um gráfico que esquematiza e ordena o mapa da situação. Nesta parte será realizado o planejamento físico dos objetos da fábrica, como equipamentos e máquinas. Esta etapa consiste em proporcionar uma maior organização e eficiência do meio planejado, otimizando distâncias e custos (BIAGIO; BATOCCHIO, 2005).

Existem três tipos principais de layout, que são: por processo, celular e em linha. Cada produto produzido exige um layout diferente para obter máxima eficiência, sendo de responsabilidade do profissional executor ter conhecimento técnico avançado do processo e produto em foco (BIAGIO; BATOCCHIO, 2005).

#### **2.6.5 Viabilidade Econômica**

Para qualquer projeto, é necessário avaliar e determinar se o projeto tem rentabilidade, tendo como objetivo conferir se o projeto possui capacidade de gerar retorno de investimento e futuros lucros. Com isso em mente, deve-se realizar certas etapas, como: projeção de receitas, custos operacionais, despesas, mão de obra, investimentos, entre outros (GITMAN, 2004).

Existem duas técnicas com maior utilização dentro da análise econômica, a taxa interna de retorno (TIR) e o *Payback*.

A taxa interna de retorno indica a taxa de desconto necessária para que o VPL (Valor Presente Líquido) se torne zero, ou seja, que o investimento se pague (WARREN, 2021). Ela é obtida através de dados do projeto e comparada a uma TMA (Taxa Mínima de Atratividade) estabelecida. Se a TIR for maior que a TMA, o projeto pode ser aprovado, sendo que quando menor, ele acarretará prejuízo (GIACOMIN, 2008).

O *payback* é o espaço de tempo necessário para recuperar o investimento (GITMAN, 2004). Existem duas maneiras clássicas para se executar o *payback*, o simples e o descontado. O simples utiliza o somatório dos resultados obtidos no período até a liquidação do valor investido, enquanto o descontado, aplica uma TMA específica como desconto para atualização do fluxo de caixa obtido. O mais utilizado normalmente é o *payback* simples (GIACOMIN, 2008).

### **3 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL**

Com a finalidade de construir este projeto e planejar futuras ampliações e gastos, necessita-se que algumas etapas sejam realizadas. Entre estas etapas estão: Termo de abertura; Definição de equipamentos; Balanço de massa e energia; Layout e Viabilidade econômica.

#### **3.1 TERMO DE ABERTURA**

Para o termo de abertura, foram coletadas informações sobre as intenções dos investidores, como valor investido, projeção de produção mensal, área do local, equipamentos atuais, e futuros investimentos em quesito de maquinário e estrutural.

#### **3.2 DEFINIÇÃO DE EQUIPAMENTOS**

Para poder identificar e entender o processo, foi determinado cada equipamento para a ideal produção efetiva do processo de acordo com padrões de cervejarias, além de já contar com equipamentos prévios obtidos pela cervejaria.

#### **3.3 BALANÇO DE MASSA**

Para a realização do balanço de massa do processo, foram realizadas as contas da última etapa do processo (carbonatação) para a primeira (mosturação). Para realização do processo, foi utilizada a receita fornecida pelos cervejeiros da Cervejaria San Martino, conforme Qd. 2 e 3.

Quadro 2: Matérias-primas da fórmula.

<b>Matérias-Primas</b>	
<b>Malte</b>	
<i>Viking Pilsner Malt</i> (4,0 EBC)	85%
<i>Vienna Malt</i> (6,9 EBC)	15%
<b>Lúpulo</b>	
<i>Hallertau Magnum</i> (17%)	35% (Fervura 60 min)
<i>Hallertauer Mittelfrueh</i> (5,4%)	65% (Fervura 15 min)
<b>Levedura</b>	
Saflager Lager (DCL/Fermentis #W-34/70)	100%

Fonte: Do Autor, 2023.

Quadro 3: Características das etapas.

<b>Etapas</b>	
<b>Mostura</b>	
Tempo de mostura	75 min
Temperatura de mostura	70 °C
<b>Fervura</b>	
Tempo de fervura	75 min
<b>Fermentação e Maturação</b>	
Tempo de fermentação	8 dias
Tempo de maturação	10 dias
Temperatura de fermentação e maturação	19,4 °C

Fonte: Do Autor, 2023.

### 3.4 BALANÇO DE ENERGIA

Foi identificado no processo os pontos de troca de calor, que em consequência, são locais de transferência de energia. Com isso, identificou-se dados do processo e em seguida, determinou-se a quantidade de troca de calor necessária para continuar a produção de forma eficiente. Foram utilizadas as Eq. (1) a (4) para o cálculo do balanço.

$$\ln\left(\frac{T-T_1}{T-T_2}\right) = \frac{U.A}{m.cp\theta} \quad (1)$$

$$Q = m. cp. \frac{dT}{dt} \quad (2)$$

$$\Delta T_{ml} = \frac{(\Delta T_2 - \Delta T_1)}{\ln((\Delta T_2 \Delta T_1))} \quad (3)$$

$$Q = U.A.\Delta T_{ml} \quad (4)$$

Onde:

T = Temperatura do fluido (°C);

T<sub>1</sub> = Temperatura inicial (°C);

T<sub>2</sub> = Temperatura final (°C);

U = Coeficiente de troca térmica (W/m<sup>2</sup>.K);

m = Massa da batelada (Kg);

C<sub>p</sub> = Calor específico (kJ/kg.K);

A = Área de troca térmica (m<sup>2</sup>);

Q = Taxa de calor (kW);

$\Delta T_{ml}$  = Média logarítmica das diferenças de temperatura (°C).

### 3.5 LAYOUT

Para elaboração do layout foram definidos alguns parâmetros, como: tamanho da construção, distribuição dos setores, fluxo de processos, estoque de matérias-primas e produtos acabados, entre outros. Foi refletido sobre futuras expansões, deixando espaços vagos para eventuais equipamentos novos. Para desenhar o layout, foi obedecida a norma NR 12, que padroniza espaços entre equipamentos e passagens.

### 3.6 VIABILIDADE ECONÔMICA

Para obter uma análise econômica da nova fábrica, foram pesquisados alguns valores de custos fixos como: impostos, preços de equipamentos, custo da obra, computadores, internet, energia, água, matérias-primas, entres outros. Em seguida, foram estabelecidos os faturamentos da fábrica, como o preço do litro do chopp, em que pode sofrer mudanças devido ao alto custo do investimento.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção serão apresentados os resultados e discussões referentes ao desenvolvimento deste projeto.

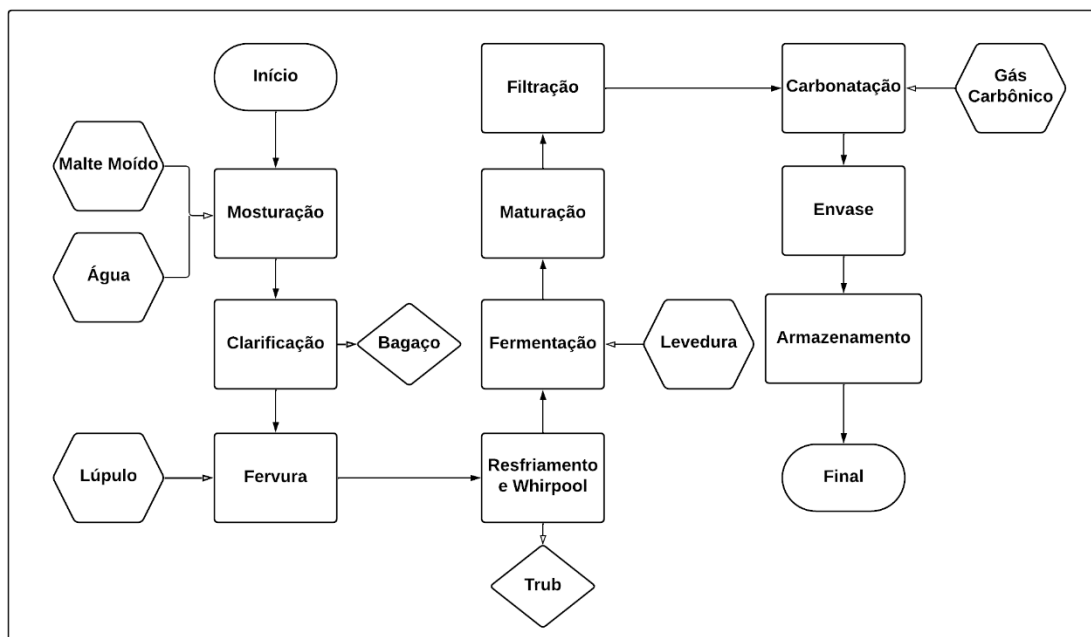
#### 4.1 TERMO DE ABERTURA

No sentido de abrir formalmente o projeto, um termo de abertura é necessário para idealizar alguns objetivos futuros e não acabar desviando das prioridades principais. Além de estabelecer os objetivos principais do projeto, também descreve o porquê dele, pois deve-se ter um motivo por trás de qualquer investimento. A meta deste projeto é produzir 5000 litros de cerveja por mês, levando em conta todo o processo de fabricação, como tempo de fermentação e maturação. Para a implementação do projeto, ele contou com um orçamento de R\$ 400.000,00 para realizar os devidos investimentos que o gerente do projeto achou viável. Este documento completo está disponibilizado no Anexo 1 do artigo.

#### 4.2 DIAGRAMA DE BLOCOS DO PROCESSO

Para ter um melhor entendimento do processo da cerveja, foi desenvolvido um diagrama de blocos em que abrange toda a laboração desde o início da mosturação até o armazenamento. Este fluxograma está apresentado na Fig. 2.

Figura 2: Diagrama de blocos da produção de cerveja.

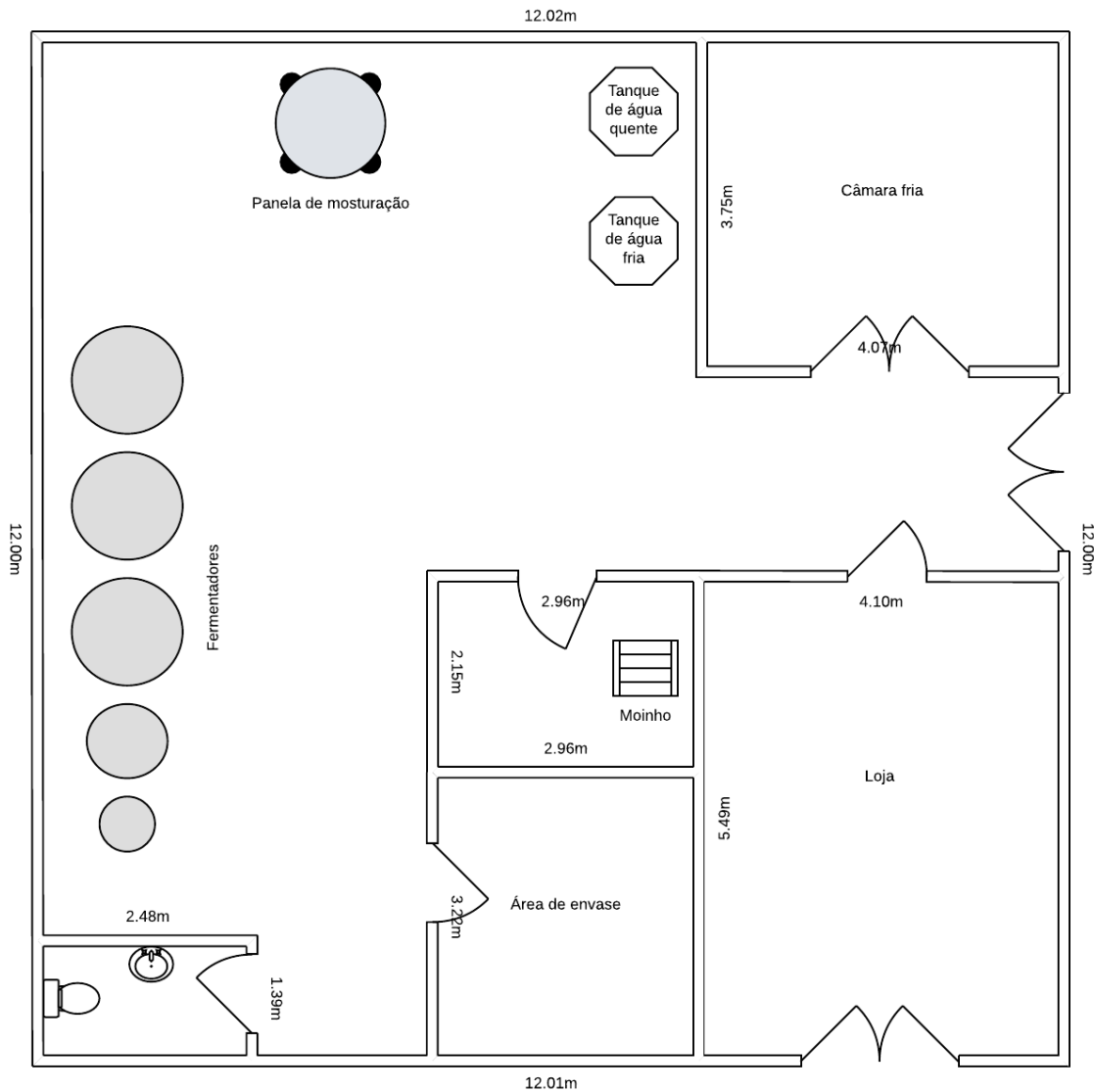


Fonte: Do Autor, 2023.

### 4.3 LAYOUT

O arranjo físico realizado foi feito por processo, em que os equipamentos ficam localizados de forma conveniente para a operação, conforme a Fig. 3.

Figura 3: Layout.

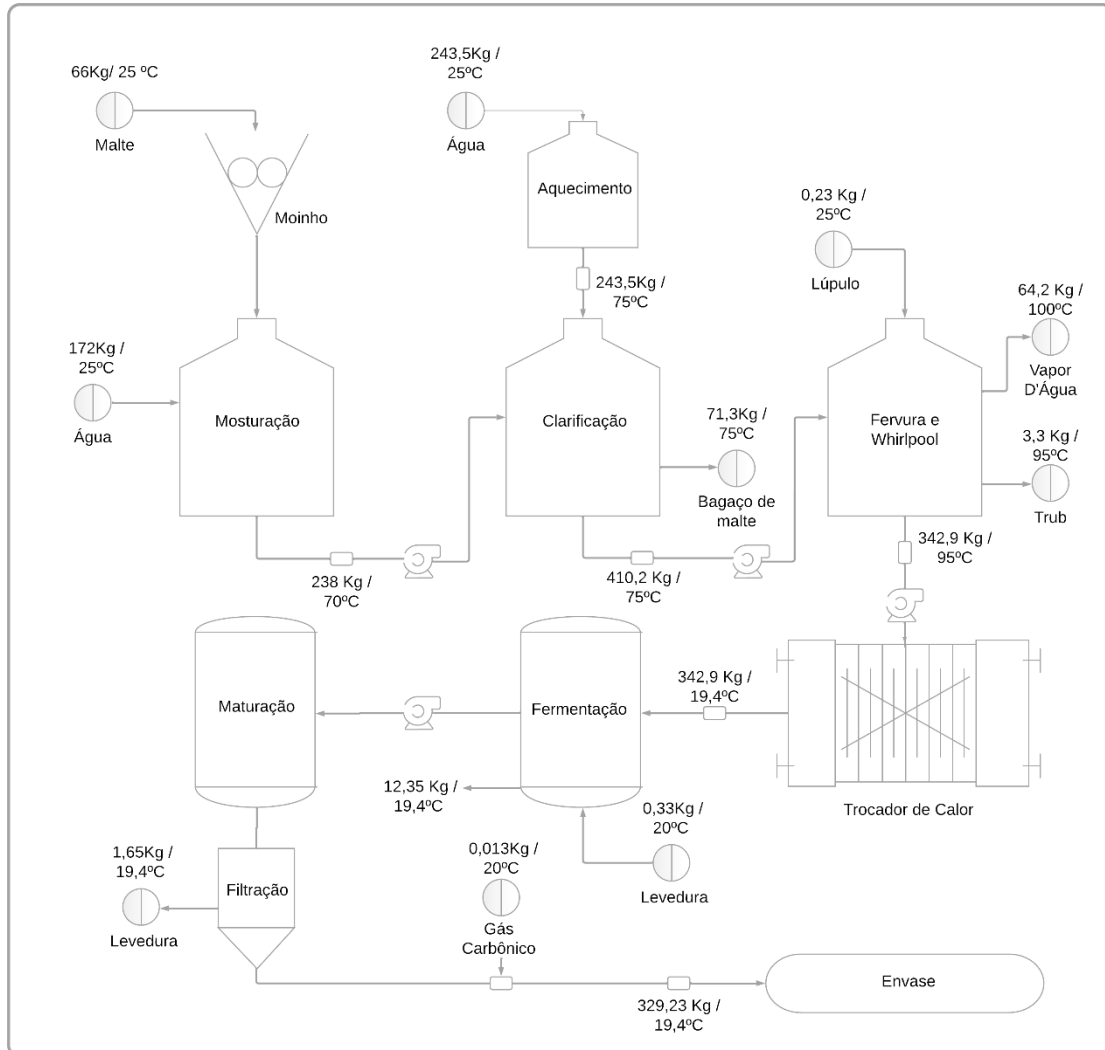


Fonte: Do Autor, 2023.

### 4.4 FLUXOGRAMA DE PROCESSO

De acordo com o diagrama de blocos, realizou-se a construção de um fluxograma para a produção de uma batelada de 330 L (Cerveja *American Lager*), conforme Fig. 4.

Figura 4: Fluxograma de processo de produção.



Fonte: Do Autor, 2023.

#### 4.5 DEFINIÇÕES DE EQUIPAMENTOS

Quanto aos equipamentos, deve-se levar em conta os investimentos já previamente feitos e adquiridos, que são:

- 1 Panela Single Vessel 300 litros;
- 1 Fermentador auto refrigerado 600 litros;
- 1 Fermentador auto refrigerado 300 litros;
- 1 Lavadora de barril 2 vias semi automática;
- 1 Bomba sanitária;
- 6 Barris de inox 50 litros;
- 50 Barris de inox 30 litros;

- 7 Chopeiras completas com kit extração;
- 1 Câmara fria 1200 litros;
- 1 Refratômetro;
- 1 Balança.

Para aumentar a capacidade de produção, pretende-se realizar mais investimentos em equipamentos de produção, como múltiplos fermentadores, que é onde acontece o gargalo deste processo. Como atualmente a empresa não possui nenhum chiller, a obtenção de um é fundamental para garantir o resfriamento ideal do mosto pré-fermentação. Com o acréscimo de produção, em consequência vem a necessidade de um armazenamento maior, e, também, da capacidade de atender o cliente de forma rápida e eficiente. Portanto, os seguintes itens irão entrar para o orçamento:

- 1 Carro para entrega;
- 1 Trocador de calor de placas;
- 3 Fermentadores de 1000 litros;
- 1 Chiller;
- 8 Chopeiras de 30 litros/hora;
- 2 Chopeiras de 50 litros/hora;
- 1 Filtro terra 1000 litros/hora;
- 1 Câmara fria de 4000 litros.

#### 4.6 BALANÇO DE MASSA E DE ENERGIA

Definiu-se como quantidade base de cálculo o valor de 330 L por batelada de cerveja produzida, ou seja, o valor final do processo. As Tab. 1 a 10 mostram os valores calculados e encontrados para cada etapa.

##### 4.6.1 Mosturação

Para a etapa de mosturação, foram utilizadas as quantidades de matérias-primas iniciais da receita e tempo médio de mosturação das fórmulas. Para valores constantes, foram aceitos valores médios da literatura. A Tab. 1 apresenta os dados de massa e de energia na etapa de mosturação.



Tabela 1: Dados de massa e energia na mosturação.

Descrição	Valor	Unidade
Água inicial	172	Kg
Malte	66	Kg
Taxa de aquecimento	1	°C/min
Temperatura inicial	25	°C
Temperatura final	75	°C
Tempo total	7500	s
Temperatura do vapor	148	°C
Pressão do vapor	4	bar
Coefficiente de troca térmica	600	W/m <sup>2</sup> .K
Calor específico do mosto	4,184	kJ/kg.K
Área de troca térmica	0,72	m <sup>2</sup>
Energia requerida	5,975	kW
Energia total da batelada	44812,5	kJ

Fonte: Do Autor, 2023.

#### 4.6.2 Clarificação

A etapa de clarificação consta praticamente em lavar o malte úmido e retirá-lo da batelada, como não consta troca de calor, a etapa consiste somente em um balanço de massa, que podem ser visualizados na Tab. 2.

Tabela 2: Dados de massa na clarificação.

Descrição	Valor	Unidade
Água complementar	243,5	Kg
Bagaço de malte	71,3	Kg
Mosto filtrado	410,2	Kg

Fonte: Do Autor, 2023.

#### 4.6.3 Fervura

Na fervura, tem-se uma grande quantidade de energia requerida para poder fazer o aquecimento e a evaporação da batelada. Para melhor visualizar foi dividido o balanço de energia em duas partes: Aquecimento e evaporação (Tab. 3).

Tabela 3: Dados de massa e energia na fervura.

Descrição	Valor	Unidade
Lúpulo	0,23	Kg
Água evaporada	64,2	Kg
Mosto após a fervura	346,2	Kg
Taxa de aquecimento	1	°C/min
Temperatura inicial	75	°C
Temperatura final	100	°C
Tempo total	4500	s
Temperatura do vapor	148	°C
Pressão do vapor	4	bar
Coefficiente de troca térmica	600	W/m <sup>2</sup> .K
Calor específico do mosto	4,184	kJ/kg.K
Área de troca térmica	0,8	m <sup>2</sup>
Energia requerida (aquecimento)	27,46	kW
Energia requerida (evaporação)	32,20	kW
Energia total da batelada	186088,72	kJ
Vazão do vapor (aquecimento)	0,013	Kg/s
Vazão do vapor (evaporação)	0,015	Kg/s

Fonte: Do Autor, 2023.

#### 4.6.4 Whirlpool

Assim como a etapa de clarificação, o Whirlpool passa somente por uma operação mássica (retirada do Trub), e seus dados estão apresentados na Tab. 4.

Tabela 4: Dados de massa no Whirlpool.

Descrição	Valor	Unidade
Trub	3,3	Kg
Mosto após o Whirlpool	342,9	Kg

Fonte: Do Autor, 2023.

#### 4.6.5 Resfriamento

A parte de resfriamento é de certo modo complexo, devido a troca térmica necessária para resfriar o mosto. Para facilitar o entendimento, foi dividido a etapa em duas partes: a primeira para a redução da temperatura para

a média do ambiente e a segunda para a temperatura de fermentação e maturação, como pode ser visto, respectivamente, na Tab. 5 e 6.

Tabela 5: Dados de massa e energia na primeira etapa de resfriamento.

<b>Descrição</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidade</b>
Temperatura inicial (mosto)	95	°C
Temperatura final (mosto)	25	°C
Temperatura inicial (água)	18	°C
Temperatura final (água)	77	°C
Vazão do mosto	0,99	Kg/s
Vazão da água	1,26	Kg/s
Calor específico do mosto	4,184	kJ/kg.K
Calor específico da água	4,181	kJ/kg.K
Energia retirada	289,74	kW
Coefficiente de troca térmica	1275	W/m <sup>2</sup> .K
Área de troca térmica	27,11	m <sup>2</sup>

Fonte: Do Autor, 2023.

Tabela 6: Dados de massa e energia na segunda etapa de resfriamento.

<b>Descrição</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidade</b>
Temperatura inicial (mosto)	25	°C
Temperatura final (mosto)	19,4	°C
Temperatura inicial (água)	2	°C
Temperatura final (água)	10	°C
Vazão do mosto	0,99	Kg/s
Vazão da água	1,26	Kg/s
Calor específico do mosto	4,184	kJ/kg.K
Calor específico da água	4,181	kJ/kg.K
Energia retirada	23,2	kW
Coefficiente de troca térmica	1275	W/m <sup>2</sup> .K
Área de troca térmica	1,14	m <sup>2</sup>

Fonte: Do Autor, 2023.

#### 4.6.6 Fermentação e Maturação

As etapas de fermentação e maturação consistem em adicionar a levedura e manter a temperatura ideal para o processo. Com a finalidade de manter uma informação coerente com a realidade, foram utilizados dados empíricos para a realização do balanço. A Tab. 7 apresenta os dados de massa e energia destas etapas.

Tabela 7: Dados de massa e energia na fermentação e maturação.

Descrição	Valor	Unidade
Levedura	0,33	Kg
Gás Carbônico	12,35	Kg
Cerveja final	330,87	Kg
Temperatura de maturação	19,4	°C
Potência	0,45	kW
Temperatura inicial	19,4	°C
Temperatura final	19,4	°C
Tempo de fermentação	8	dias
Tempo de maturação	10	dias
Energia requerida	194,4	kW

Fonte: Do Autor, 2023.

#### 4.6.7 Filtração

Para a etapa de filtração, foi retirada a levedura úmida da batelada, consistindo em um balanço de massa simples.

Tabela 8: Dados de massa na filtração.

Descrição	Valor	Unidade
Levedura	1,65	Kg
Cerveja filtrada	329,21	Kg

Fonte: Do Autor, 2023.

#### 4.6.8 Carbonatação

A carbonatação consiste em adicionar gás carbônico a batelada, ou seja, somente uma operação mássica.

Tabela 9: Dados de massa na carbonatação.

Descrição	Valor	Unidade
Gás Carbônico	0,013	Kg
Cerveja carbonatada	329,23	Kg

Fonte: Do Autor, 2023.

#### 4.6.9 Pré-aquecimento da água

A indústria cervejeira utiliza muita água para a lavação e a própria fabricação do produto, portanto para chegar na temperatura ideal da água deve-se fazer o pré-aquecimento dela. Esta água é usada na parte da clarificação e lavagem das peças.

Tabela 10: Dados de massa e energia no pré-aquecimento da água.

Descrição	Valor	Unidade
Volume	243,5	L
Temperatura inicial	25	°C
Temperatura final	75,6	°C
Temperatura do vapor	148	°C
Taxa de aquecimento	1	°C/min
Tempo total	3036	s
Pressão do vapor	4	bar
Coefficiente de troca térmica	600	W/m <sup>2</sup> .K
Calor específico da água	4,181	kJ/kg.K
Área de troca térmica	0,31	m <sup>2</sup>
Energia de aquecimento	16,96	kW
Energia total	51514,27	kJ

Fonte: Do Autor, 2023.

## 4.7 VIABILIDADE ECONÔMICA

Os resultados alcançados perante a viabilidade econômica estão apresentados nesta seção.

### 4.7.1 Investimento

Para o investimento, tomou como orçamento o valor já estabelecido no termo de abertura para a compra de equipamentos e melhorias. Os custos foram estabelecidos por uma média do mercado, através de pesquisas e

conhecedores do setor. Estas informações estão apresentadas na Tab. 11. O custo de investimento totalizou em R\$ 390.000,00.

Tabela 11: Relação de investimentos.

<b>Investimentos</b>	<b>Valor</b>
Carro para entrega	R\$ 30.000,00
Trocador de placas	R\$ 15.000,00
Fermentadores de 1000 litros	R\$ 100.000,00
Chiller	R\$ 30.000,00
Chopeiras de 30 litros/hora	R\$ 36.000,00
Chopeiras de 50 litros/hora	R\$ 12.000,00
Filtro terra 1000 litros/hora	R\$ 10.000,00
Câmara fria de 4000 litros	R\$ 20.000,00
Moinho de malte	R\$ 5.000,00
Balança industrial	R\$ 2.000,00
Construção do galpão	R\$ 130.000,00
<b>Total</b>	<b>R\$ 390.000,00</b>

Fonte: Do Autor, 2023.

#### 4.7.2 Custo variável

O custo variável seria o custo de produção, englobando matérias-primas e energia, sendo que este custo varia em função do preço de mercado. A água acaba apresentando uma quantidade maior que o estabelecido na batelada, pois necessita seu uso para limpeza. Para o gasto de energia utilizou-se uma média de 0,9 kWh/L. A Tab. 12 apresenta os custos variáveis.

Tabela 12: Relação de custos variáveis.

<b>Descrição</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Preço unitário</b>	<b>Preço total</b>
Água	2,5 m <sup>3</sup>	R\$ 15,41	R\$ 38,52
Malte	66 Kg	R\$ 5,00	R\$ 330,00
Lúpulo	0,23 Kg	R\$ 120,00	R\$ 27,60
Levedura	0,33 Kg	R\$ 400,00	R\$ 132,00
Energia	270 kW/h	R\$ 0,37	R\$ 99,90
<b>Custo total por batelada</b>			<b>R\$ 628,02</b>
<b>Custo por litro</b>			<b>R\$ 1,90</b>
<b>Custo mensal</b>			<b>R\$ 9.500,00</b>

Fonte: Do Autor, 2023.

### 4.7.3 Custo fixo

O custo fixo seria toda despesa que não varia mensalmente. Neste caso engloba-se mão-de-obra, contador, internet, entre outros, conforme apresentado na Tab. 13.

Tabela 13: Relação de custos fixos.

<b>Descrição</b>	<b>Valor</b>
Mão-de-obra	R\$ 15.000,00
Contador	R\$ 1.500,00
Telefone e internet	R\$ 200,00
Seguro	R\$ 2.000,00
Terceiros	R\$ 1.000,00
<b>Custo total</b>	<b>R\$ 19.700,00</b>

Fonte: Do Autor, 2023.

### 4.7.4 Faturamento

A estimativa de vendas foi estimada para a produção mensal, enquanto o preço do litro seria de R\$ 12,00, conforme apresentado na Tab.14.

Tabela 14: Relação de faturamento.

<b>Produção mensal</b>	<b>Preço do litro</b>	<b>Faturamento mensal</b>
5000 L	R\$ 12,00	R\$ 60.000,00

Fonte: Do Autor, 2023.

### 4.7.5 Fluxo de caixa mensal

Para estimar o balanço mensal da empresa, estimou-se valores de impostos como ICMS e uma depreciação mensal fixa, apresentado na Tab. 15.

Tabela 15: Fluxo de caixa mensal.

<b>Descrição</b>	<b>Valor</b>
Receita de vendas	R\$ 60.000,00
Impostos	R\$ -10.200,00
Custos fixos	R\$ -19.700,00
Custos variáveis	R\$ -9.500,00
Depreciação	R\$ -2.000,00

<b>Lucro líquido</b>	<b>R\$ 18.600,00</b>
----------------------	----------------------

Fonte: Do Autor, 2023.

#### 4.7.6 Payback

O tempo de retorno do investimento foi calculado utilizando o investimento sobre o lucro líquido mensal da empresa (Tab. 16).

Tabela 16: *Payback*.

Investimento	R\$ 390.000,00
Lucro líquido	R\$ 18.600,00
<b>Tempo de payback</b>	<b>21 meses</b>

Fonte: Do Autor, 2023.

#### 4.7.7 Atratividade

A taxa de atratividade foi estabelecida pela taxa Selic, que atualmente se encontra em 12,75% ao ano. Para estabelecer a TIR, foi considerado um período de 3 anos. Estes valores podem ser encontrados na Tab. 17.

Tabela 17: Atratividade.

<b>Taxa de atratividade</b>	12,75%
<b>Taxa interna de retorno</b>	32,80%

Fonte: Do Autor, 2023.

A TIR se encontra maior que a taxa de atratividade, indicando que o projeto é um bom investimento a ser realizado.

## 5 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo de especular e desenvolver um projeto de uma planta industrial para o ramo de cerveja artesanal, na cidade de Siderópolis-SC. Em meio a este projeto foram desenvolvidos vários documentos como termo de abertura, layout, fluxogramas, entre outros.

Com estes documentos prontos, pode-se estabelecer os investimentos necessários para a realização do projeto, sendo que nestes investimentos contam com equipamentos, construção, mão-de-obra, entre



outros. Através destes dados, a obtenção de uma viabilidade financeira foi possível, sendo que esta se mostrou muito positiva.

Por meio deste projeto foi possível vivenciar as complexidades das atividades desenvolvidas pelos profissionais da área, sendo que muitas informações são de difícil acesso. O resultado final deste trabalho foi satisfatório, correspondendo às expectativas previamente estabelecidas.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, João Batista De. **Tecnologia de Bebidas**. São Paulo. Editora Edgard Blucher, 2005.
- AQUARONE, Eugênio; BORZANI, Walter; LIMA, Urgel de Almeida; SCHMIDELL, Willibaldo. **Biotecnologia Industrial**. São Paulo, Edgard Blücher Ltda, vol.4, 2001.
- BELETI, M. A.; DUARTE, F.; KRHEMER, J. E. **A temperatura no desenvolvimento da atividade das enzimas (1-3, 1-4) – $\beta$ -glucanases e degradação de  $\beta$ glucanos durante a malteação**. *Ciência Rural*, v. 42, n. 3, p. 467-473, 2012.
- BIAGIO, L. A.; BATOCCHIO, A. **PLANO DE NEGOCIOS: ESTRATEGIA PARA MICRO E PEQUENAS EMPRESAS - 1ªED.(2005)**. Editora Manole, 2012.
- BRIGGS, D.E., et al. **Metabolism of wort by yeast. Brewing Science and practice**. New York: CRC Press, 2004.
- CARVALHO, L. G. **Dossiê Técnico Produção de cerveja**. Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, mar. 2007. Disponível em:<<http://www.sbrt.ibict.br/dossie-tecnico/downloadsDT/NTc=>>. Acesso em: 22 de maio de 2023.
- CRUZ, J. M. da. **Produção e Controle de Qualidade na Indústria Cervejeira**. 41 f. Relatório de Estágio - Curso de Bacharelado em Química de Alimentos, Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.
- DELCOR, Ana Luíza. **Análise técnico-econômica de uma indústria cervejeira artesanal**. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019. Disponível em:<<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/199735/TCC-%20Ana%20Lu%C3%ADsa%20Delcor.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 22 de maio de 2023.
- DRAGONE, G.; ALMEIDA E SILVA, J. B. Cerveja. In: VENTURINI FILHO, W.

G. **Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 2010. cap. 2, p. 15-50.

FILLAUDEAU, L.; BLANPAIN-AVET, P.; DAUFIN, G. **Water, wastewater and waste management in brewing industries**. J. C. Prod., v. 14, p. 463-471, 2006.

GIACOMIN, Jackson Hester. **Estudo de viabilidade econômico-financeira de uma microcervejaria no estado de Santa Catarina**. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/122545>>. Acesso em: 22 de maio de 2023.

GITMAN, Lawrence J. **Princípios de administração financeira**. 10<sup>a</sup> ed. São Paulo: Pearson, 2004.

GUIA DA CERVEJA. **Agora com cidade de São Paulo em 1º, Brasil chega a 1.549 cervejarias registradas**. Guia da Cerveja, 2022. Disponível em: <<https://guiadacervejabr.com/anuario-cervejarias-brasil-mapa-2021/>>. Acesso em: 05 maio 2023.

HARRINGTON, H. J. **Aperfeiçoando Processos Empresariais**. São Paulo: Makron Books, 1993.

HINDY, Steave. **A revolução da cerveja artesanal: como um grupo de cervejeiros está transformando a bebida mais apreciada do mundo**. São Paulo: Tapioca, 2015.

HOSENEY, R.C. **Principles of Cereal Chemistry and Technology**. St. Paul, Minnesota: American Association of Cereal chemists, Inc. v. 2, 1994.

HUTKINS, R. W. **Microbiology and technology of fermented foods**. IFT Press, Blackwell Publishing, 2006. Disponível em <<http://www.infofarm.de/nahrungsmittel/bier.htm>>. Acesso em 22 maio 2023.

MARCELINO, Marco. **A cerveja é a terceira bebida mais consumida no mundo, depois da água e do chá**. Empresário Digital, 2023. Disponível em: <<https://empresariodigital.com.br/a-cerveja-e-a-terceira-bebida-mais-consumida-no-mundo-depois-da-agua-e-do-cha/>>. Acesso em: 08 novembro 2023.

MAPA. **Mercado cervejeiro cresce no Brasil e aumenta interesse pela produção nacional de lúpulo e cevada**. GOV, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/pt-br/noticias/agricultura-e-pecuaria/2021/08/mercado-cervejeiro-cresce-no-brasil-e-aumenta-interesse-pela-producao-nacional-de-lupulo-e-cevada>>. Acesso em: 05 maio 2023.

MATOS, Ricardo Augusto Grasel. **Cerveja: panorama do mercado, produção artesanal, e avaliação de aceitação e preferência**. 2012. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis,

2012. Disponível em < <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/25472>>. Acesso em 22 maio 2023.

**MERCOSUL. Regulamento Técnico MERCOSUL de Produtos de Cervejaria.** MERCOSUL/GMC/RES. N° 14/01. Disponível em: <[http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/PDF/GMC\\_RES\\_2001-014.pdf](http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/PDF/GMC_RES_2001-014.pdf)>. Acesso em: 22 de maio de 2023.

MORADO, R. **Larousse da cerveja.** São Paulo: Larousse do Brasil, 2009. p. 357.

REBELLO, F. F. P. **Produção de cerveja.** Revista Agrogeoambiental, Inconfidentes, n. 3, p.145-155, dez. 2009.

REITENBACH, A. F. **Desenvolvimento De Cerveja Funcional Com Adição De Probiótico: Saccharomyces Boulardii.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de PósGraduação em Engenharia de Alimentos, Florianópolis, 2010. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/199735/TCC-%20Ana%20Lu%C3%ADsa%20Delcor.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 22 de maio de 2023.

SANTOS, Sérgio de Paula. **Os primórdios da cerveja no Brasil.** Ateliê Editorial, 2003. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=A1AAcd2nGYC&oi=fnd&pg=PA9&dq=cerveja+historia&ots=PpYxOdRifm&sig=vwlNuZoEUvBdLTQhW7W4fnjj8qw#v=onepage&q=cerveja+historia&f=false>>. Acesso em: 22 maio 2023.

SANTOS, Vinicius Cassar Kfuri. **Uma análise empírica sobre as preferências do consumidor brasileiro de cervejas artesanais.** 2014. 44 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Economia, Fundação Getulio Vargas, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <[https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/FGV\\_dad8ba90d1ff462b00ce7f5b4e16e9c](https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/FGV_dad8ba90d1ff462b00ce7f5b4e16e9c)>. Acesso em: 22 maio 2023.

SINDICERV. **O setor em números.** SINDICERV, 2020. Disponível em: < <https://www.sindicerv.com.br/o-setor-em-numeros/>>. Acesso em: 05 maio 2023.

WARREN, M. **Taxa Interna de Retorno (TIR): o que é, por que importa e como calcular.** Redação Warren, 2021. Disponível em: < <https://warren.com.br/magazine/taxa-interna-de-retorno-tir/>>. Acesso em: 05 maio 2023.

## ANEXO 1

<b>Termo de Abertura do Projeto da Indústria Cervejeira San Martino</b>
Data: 24/04/2023 Versão 01
<b>1 - Objetivo do Projeto</b>
Projetar para posteriormente implementar uma indústria química cervejeira artesanal que atenda a demanda de 5000 litros mensais de cerveja tipo Pilsen, adaptando os equipamentos já adquiridos e buscando um desenho que possa servir como base para futuras ampliações. E, conseqüentemente, realizar a legalização da indústria perante aos órgãos competentes.
<b>2 - Justificativa</b>
A partir dos experimentos iniciais e eventual sucesso da marca San Martino na região, está cada vez mais difícil atender a demanda produtiva de chopp tipo Pilsen. Com isso, deve-se começar a implementação de uma unidade fabril que possa atender essa determinada demanda e que possa ser expandida eventualmente.
<b>3 - Gerente do projeto, autoridades, responsabilidades</b>
O gerente do projeto será o responsável sobre as ideias e ações sobre o planejamento e execução do galpão industrial. Ele terá autoridade para tomar as decisões essenciais como matéria-prima utilizada, compras necessárias, contratações, gerenciamento de funcionários e executar as decisões que achar viável.
<b>4 - Metas</b>
Produzir 5000 litros mensais, levando em conta o tempo de fermentação e maturação desejado para o produto final, deste modo, suprimindo a demanda exigida.
<b>5 – Premissas</b>
Continuar com a fórmula original, trazendo mais possibilidades de matérias-primas para eventuais reduções de custo, sem prejudicar a qualidade do produto. Com a eventual crescente em quantidade produzida, o preço será mais competitivo.
<b>6 – Restrições</b>
Deve-se atender as legislações vigentes para a produção de produtos alimentícios e ambientais; o orçamento não deve ser ultrapassado.
<b>7 – Riscos</b>
Atraso nas liberações burocráticas; falta de mão-de-obra; valores de investimentos elevados; contaminação; problemas com fornecedores.
<b>8 – Prazo</b>
18 meses
<b>9 – Orçamento:</b>
R\$ 400.000,00 (quatrocentos mil reais)