UNIVERSIDADE CESUMAR - UNICESUMAR
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS TECNOLÓGICAS E AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA

CERVEJARIA ZEN – PROJETO DE MICROCERVEJARIA

DENIS YUDI UENO

MARINGÁ – PR
2020

Denis Yudi Ueno

CERVEJARIA ZEN – PROJETO DE MICROCERVEJARIA

Artigo apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Química da Universidade Cesumar – UNICESUMAR como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química, sob a orientação do Prof. Me. Maycon Vinícius de Senna Ribeiro.

MARINGÁ – PR

2020

FOLHA DE APROVAÇÃO

DENIS YUDI UENO

CERVEJARIA ZEN – PROJETO DE MICROCERVEJARIA

Artigo apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Química da Universidade Cesumar – UNICESUMAR como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química, sob a orientação do Prof. Me. Maycon Vinícius de Senna Ribeiro.

Aprovado em: ____ de _____ de _____.

BANCA EXAMINADORA

_____

Prof. Me. Maycon Vinícius de Senna Ribeiro – UNICESUMAR

_____

Prof. Me. Judson Ricardo Ribeiro da Silva - UNICESUMAR

_____

Prof. Me. Claudio de Souza Rodrigues - UNICESUMAR

CERVEJARIA ZEN – PROJETO DE MICROCERVEJARIA

Denis Yudi Ueno

RESUMO

A cerveja é uma das bebidas mais antigas consumidas pelo ser humano. Ao longo da história a mesma foi se modificando, sendo regida por leis e assumindo novas formas. Inicialmente composta por água, malte, lúpulo e levedura, a bebida hoje se apresenta em diferentes tipos, utilizando-se da mesma base para compor novas variações. Devido ao grande consumo, surgiram diversos empreendimentos que produzem a bebida, os quais são divididos em dois grandes grupos: as grandes indústrias e as microcervejarias. As grandes indústrias dominam o mercado com produtos de baixo valor, enquanto as microcervejarias produzem cervejas especiais, diferenciadas em sabor e experiência para o consumidor. Nos últimos anos pode ser visto um aumento significativo na procura por cervejas artesanais, alterando a projeção do mercado da cerveja. O presente trabalho teve como objetivo projetar uma microcervejaria com produção de 100 m³ mensais de cerveja do tipo *Amber Ale*, e possibilidade de expansão. O projeto se apresentou viabilizado financeiramente com *payback* em 24,6 meses.

Palavras-chave: Cerveja artesanal. Análise financeira. Projeto industrial.

ZEN BREWERY – MICROBREWERY PROJECT

ABSTRACT

Beer is one of the oldest drinks consumed by human. Over the years this one has been modified, drafted by laws and taking new forms. Initially composed by water, malt, hop and yeast, the drink nowadays presents itself in different types, using the same base to make new variatons. Due to the large consumption, several ventures that produces the drink have emerged, which these are divided into two groups: the large industries and the microbreweries. The large industries control the market with low cost beers, while the microbreweries produce craft beers, special in flavor and experience for the customer. On the past few years a significant increase in demand for craft beers can be seen, and in this way changing the projection of the beer market. This work had the objetive to project a microbrewery with a monthly production of 100 m³ of Amber Ale beer, with the possibility of expansion. The project was presented financially viable with payback in 24,6 months.

Keywords: Craft beer. Financial Analysis. Industrial project.

1 INTRODUÇÃO

A cerveja é uma das bebidas mais antigas consumidas pelo homem. Foram encontrados relatos sobre o consumo da bebida na Mesopotâmia em 2800 a.C., onde eram distribuídas juntamente ao pão para os trabalhadores como forma de reposição energética (KUNZE, 2004). Anos à frente dessa época foi registrada a mais antiga lei conhecida que regulamenta a produção cervejeira, a chamada Estela do Código de Hamurabi datada 1760 a.C., a qual previa pena de morte a quem diluísse a bebida com a finalidade de comercialização (SOUZA, 2019).

Após quase cinco mil anos, a cultura da cerveja ainda existe. Se antes era formada apenas de malte de cevada, água, lúpulo e levedura, a bebida tornou-se hoje uma das mais consumidas no mundo e vem cada vez tomando novas formas, e sendo regidas por novas leis. A primeira lei moderna sobre cerveja foi a *Reinheistgebot*, também conhecida como Lei da Pureza da Cerveja alemã, promulgada pelo Duque William IV da Baviera em 1506, em que se descrevia que a cerveja deveria ser constituída apenas por água, malte de cevada e lúpulo (DIAS; FALCONI, 2018). Essa lei exerceu muita influência no mundo, servindo como base para a regulamentação da bebida em diversos países nos dias de hoje (PEREIRA, 2016).

No Brasil, a Instrução Normativa nº 65, publicada em 10 de dezembro de 2019, define que a

> [...] cerveja é a bebida resultante da fermentação, a partir da levedura cervejeira, do mosto de cevada malteada ou de extrato de malte, submetido previamente a um processo de cocção adicionado de lúpulo ou extrato de lúpulo, hipótese em que uma parte da cevada malteada ou do extrato de malte poderá ser substituída parcialmente por adjunto cervejeiro (BRASIL, 2019).

Pode ser observado que existem requisitos básicos para produzir uma cerveja, mas há uma abertura para utilização de adjuntos, utilizando diferentes tipos de leveduras cervejeiras, e submetidos a diferentes processos, a partir dos quais surgiram diversos tipos de cerveja.

Os tipos de cerveja são classificados em dois grandes grupos, as Lagers e as Ales. A grande diferença de processo entre os mesmos decorre do tipo de fermentação, em as Lagers ocorrem com baixa fermentação e as Ales em alta fermentação. Baixa fermentação refere-se àquelas que após o processo fermentativo ficam depositadas no fundo do tanque, e as mesmas ocorrem em temperatura menor, normalmente entre 5 e 15°C, utilizando as leveduras *Saccharomyces uvarum*. De forma oposta, às de alta fermentação são aquelas que após a fermentação principal, emergem para a superfície e o processo ocorre em temperatura entre

12 e 21°C, utilizando leveduras da espécie *Saccharomyces cerevisiae* (SANTOS, 2005). Essa diferença entre os estilos também influencia o paladar e o aroma, em que as Ales normalmente têm sabores e aromas mais complexos. Os principais exemplos das cervejas de tipo Lagers são as Premium Lager (Heineken) e American Lager (Budweiser, Brahma, Skol e Itaipava), e do tipo Ale, a India Pale Ale (Cathedral IPA) e American Pale Ale (Morada Hop Arábica).

Devido à grande popularidade da cerveja e sua grande e variada gama de estilos, existem muitos fornecedores dessa bebida, os quais podem ser classificados em dois grupos: as grandes indústrias e as microcervejarias. As grandes indústrias são aquelas que produzem cerveja em larga escala, nas quais a planta foi projetada com extrema eficiência e somadas às compras de insumos em grande quantidade, o que permite a criação de um produto final de qualidade com menor custo. Um maior volume de produção proporciona oportunidades de redução de custo, seja de processo, compra de insumos e até mesmo de custos fixos (FERREIRA, 2017). A grande diferença na eficiência do seu processo ocorre em razão do emprego de tecnologias de alto custo para o aproveitamento de itens que são considerados resíduos para as microcervejarias, como as leveduras, que são geradas em grandes quantidades e podem ser utilizadas para produzir biogás (DIAS, 2014). Essas grandes indústrias normalmente optam pela produção das cervejas mais populares no Brasil, tal como as American Lagers.

As microcervejarias são definidas pela Associação Brasileira de Cerveja Artesanal (ABRACERVA) como aquelas cuja capacidade de produção é no máximo 50 mil hectolitros anuais (416,6 mil Litros/mês). Devido a diferença de escala produtiva entre as grandes indústrias e as microcervejarias, verifica-se uma significativa disparidade no preço do produto final, o que faz as últimas optarem por produzir as popularmente denominadas “cervejas artesanais”. Estas são fabricadas de forma a valorizar todos os aspectos da cerveja, com sabores e aromas mais complexos, apresentando diversos estilos da bebida para que seu consumo torne-se também uma experiência diferenciada.

Muitas microcervejarias aproveitam da regionalidade para servir um produto diferenciado ao consumidor, utilizando-se de um adjunto local. Isto é possível porque a legislação brasileira permite o uso de adjuntos cervejeiros, uma vez que a bebida é considerada cerveja quando utilizado no mínimo 55% do peso dos cereais em malte de cevada ou extrato de malte, podendo ser os 45% restantes em adjuntos cervejeiros (BRASIL, 2019), porém, trata-se de um ponto que normalmente não é apresentado pelas grandes indústrias.

Apesar do preço elevado quando comparado com as cervejas tradicionais das grandes indústrias, o Brasil registrou um crescimento no registro de cervejarias de 19,6% por ano nos últimos vinte anos e, ao considerar apenas os últimos cinco anos, o crescimento chegou a 36,4% ao ano, de acordo com o Segundo Anuário da Cerveja 2019, publicado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (BRASIL, 2019). O documento identifica um total há 1209 cervejarias registradas, apresentando o grande crescimento do mercado das microcervejarias e a mudança de hábito do consumidor em buscar produtos diferenciados pelo mercado (MAPA, 2019).

Visando todo o crescimento do setor no país e a maior demanda por um produto diferenciado, as microcervejarias constituem uma opção para novos empreendedores. O processo cervejeiro, por ser uma indústria alimentícia baseada em reações químicas e bioquímicas, abre grande espaço para profissionais qualificados nestas áreas ingressarem ao setor. Segundo o SEBRAE (2019), em pesquisa feita com 486 produtores, aproximadamente 90% dos produtores independentes tem curso superior completo, e 81% cursaram curso sobre tecnologia cervejeira, reforçando assim o perfil desse nicho, sendo predominante o de profissionais qualificados na área.

O objetivo deste presente trabalho contempla o desenvolvimento de uma microcervejaria, a partir da capacitação propiciada pelo curso de Engenharia Química, projetando uma fábrica com capacidade de produção de 100 mil litros de cerveja por mês, com produto final com custo competitivo em relação ao mercado de cervejas artesanais no Brasil.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 PLANO DE NEGÓCIO

O projeto consiste no desenvolvimento de uma planta de indústria cervejeira com capacidade de produção de 100 mil litros de cerveja por mês, do estilo *Amber Ale*, uma cerveja de cor âmbar da família Ale, sendo parte desta comercializada engarrafada e transportada para diferentes localidades, e parte comercializada em barris para estabelecimentos e vendas unitárias.

. A planta foi planejada de forma a ser automatizada, reduzindo a quantidade de funcionários necessários, utilizando máquinas para realizar a sanitização, envase e

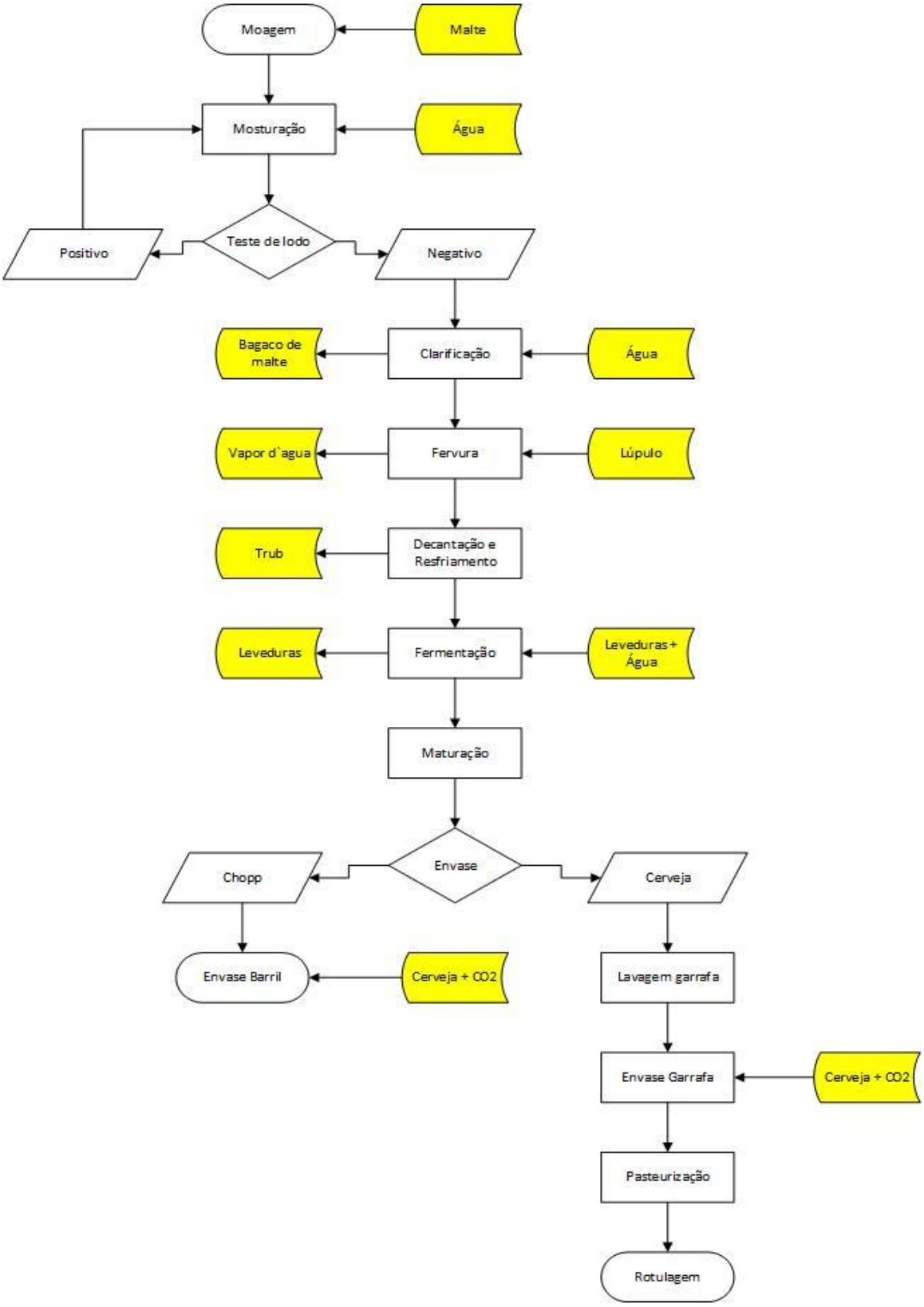
carbonatação das garrafas, onde a planta baixa pode ser encontrada no Apêndice A. A produção da cerveja acontecerá em forma de bateladas, as quais são calculadas para estarem prontas para envase sequencialmente, reduzindo tempo de tanque parado. O processo de produção também contará com a técnica de *High Gravity*, que consiste em um modelo de produção do produto mais concentrado e posteriormente diluído, assim otimizando tempo e reduzindo custos como a necessidade de vapor do gerador.

Outra questão relevante refere-se ao tempo de fermentação que, normalmente leva em torno de 7 a 10 dias com leveduras comuns, mas, ao se utilizar a *Kveik*, uma levedura típica da Noruega, a fermentação pode ocorrer em aproximadamente 48 horas. Segundo Rodrigo Barufalldi (O ESTADO DE SÃO PAULO, 2020) “O custo da levedura é o mesmo, mas há a diferença de tempo de tanque. Diria que a economia na produção gira em torno de 25%”. Utilizando essa levedura no processo é possível produzir maior quantidade de cerveja sem a aquisição de novos equipamentos, aumentando o lucro final.

2.2 ETAPAS DO PROCESSO CERVEJEIRO

O processo de produção cervejeira da indústria seguirá o fluxograma abaixo:

Figura 1 - Fluxograma processo de produção de cerveja.



Fonte: O autor (2020).

A parte inicial do processo cervejeiro se dá na produção do malte de cevada (KUNZE, 2004). A malteação é um processo que ocorre na embebição, germinação e secagem do grão,

de forma a ativar as enzimas cuja função é quebrar as longas cadeias de carboidratos, como o amido, transformando-os em açúcares mais simples. Atualmente existem grandes indústrias que atuam nesse meio para a produção de malte, tal como a Agrária, que comercializa maltes de produção própria e maltes de importação. Desta forma os insumos para a produção cervejeira serão adquiridos por distribuidora, e posteriormente armazenados em estoque controlado.

2.2.1 Moagem

Na etapa subsequente da produção ocorre a moagem do grão, que passa por moinhos, normalmente moinho de rolos, de forma a realizar sua quebra, aumentando assim a superfície de contato. Esta etapa deve ser muito bem regulada pois o grão deve sofrer apenas uma quebra e não uma moagem severa. A moagem do grão é de suma importância na produção cervejeira por dois principais motivos, em que o primeiro se dá pela exposição das enzimas presentes no endosperma do grão, e desta forma aumenta a eficiência da quebra de carboidratos pelas enzimas, e também em função das cascas dos maltes servirem como filtro para a retenção de sólidos no processo de clarificação, que será apresentado posteriormente (MOURA, 2018).

O equipamento a ser utilizado no processo será um moinho de rolos. Seu funcionamento se dá pela passagem dos grãos entre cilindros paralelos rotacionados por motor.

2.2.2 Mosturação

A mosturação é a hidrólise de proteínas e carboidratos presentes no malte para a produção do mosto, que ocorre em etapas com temperaturas e tempos diferentes. A rampa de temperatura serve para promover as condições ideais de conversão dos açúcares complexos em açúcares simples (Tabela 3), os quais podem ser fermentáveis ou não fermentáveis. A intenção de converter os carboidratos em açúcares simples é para que os mesmos possam ser consumidos pela levedura na etapa de fermentação e, em alguns casos, para que a quebra de açúcares pouco fermentáveis adicione corpo e sabor à cerveja. A última temperatura da rampa é chamada de *Mash Out*, na qual ocorre a inativação das enzimas e a dissolução dos açúcares no líquido, sendo assim denominado de mosto. Nesta etapa será realizada a técnica de *High Gravity*, em que se utiliza uma menor relação de água para malte, tornando o mosto mais

concentrado, e posteriormente para realizar sua diluição antes de iniciar a fermentação. A vantagem do processo é verificada pela possibilidade de reduzir custos e ao mesmo tempo aumentar a capacidade produtiva (RUSSELL; STEWART; REHM, 1995), ou seja, torna possível produzir mais, gastando menos.

A Tabela 1, apresenta as rampas de temperatura que serão utilizadas. Os equipamentos utilizados do processo de mosturação ao de fermentação serão tanques desenvolvidos por uma indústria especializada em equipamentos cervejeiros.

Tabela 1 - Rampa de temperatura para a conversão dos açúcares

45 to 50 ºC	Protein and β-glucanase rest
62 to 65 ºC	Maltose production rest
70 to 75 ºC	Saccharification rest
75 to 78 ºC	Final mash temperature

Fonte: Technology of brewing and malting (KUNZE, 2004).

2.2.3 Clarificação ou Filtragem

A clarificação ou filtragem ocorre após o *Mash Out*, em cujo processo o conteúdo é disposto em um tanque com uma peneira para segurar a parte sólida e separá-la do mosto. O mosto já separado dos grãos são recirculados nos grãos de forma a utilizar os mesmos como filtragem para retirar a maior quantidade de sólidos do líquido. Após a retirada dos sólidos, o mosto é enviado para outro reservatório e inicia-se o processo de lavagem dos grãos, utilizando água quente (na mesma temperatura do *Mash Out*). Será repetido o processo de recirculação para aproveitamento de todo o açúcar disponível nos grãos.

2.2.4 Fervura

A fervura é a etapa em que será adicionado o lúpulo à receita. Sua finalidade consiste na esterilização do mosto, assim como volatilização de aromas desagradáveis e isomerização dos alfa-ácidos do lúpulo (KUNZE, 2004). Nesta etapa também ocorre um processo chamado

de *Whirpool*, que consiste em adicionar rotação no mosto de modo a formar um redemoinho, e para que assim a maior parte dos sólidos que passaram para o mosto decantem de forma centralizada, como o lúpulo adicionado, retirando a maior parte dos sólidos restantes.

2.2.5 Fermentação

Seguido da etapa de fervura, o mosto deve ser resfriado e só então enviado para o fermentador para iniciar a etapa da fermentação. O processo de resfriamento do mosto será realizado por um trocador de placas, de onde deve sair em uma temperatura entre 10 e 25º C dependendo do tipo de cerveja a ser produzido. Após ser resfriado, o mosto deve ser transferido para o fermentador, caso o processo não tenha ocorrido diretamente no fermentador, e adicionar a levedura. Este processo pode variar de acordo com o tipo de cerveja e o tipo de levedura utilizado, assim como a temperatura de fermentação. No processo será utilizado a levedura *Kveik*, uma levedura norueguesa que atua em alta fermentação, onde a duração do processo será de 48 horas. Para realizar o resfriamento do mosto fervido é utilizado um trocador de placas até que a temperatura esteja ideal para a inoculação da levedura.

2.2.6 Maturação

Ao finalizar a fermentação, há o processo de maturação da cerveja, também nomeado como segunda fermentação. O processo ocorre pela diminuição da temperatura, e a cerveja já fermentada é conservada normalmente entre 0 e 10º C. A etapa tem como função aprimorar o sabor, o odor e o corpo da cerveja, a partir de um lento processo de fermentação, de forma a realizar a sedimentação de partículas sólidas e reincorporar as substâncias desagradáveis. A lentidão do processo se justifica em razão da baixa temperatura, levando entre 10 e 30 dias, a depender do tipo de cerveja. A cerveja produzida será maturada por 10 dias a 5º C e então estará pronta para envase.

2.2.7 Envase

Finalizada a maturação temos a etapa de envase da cerveja, que pode ser em barris ou em garrafas. Normalmente o envase é realizado por máquinas totalmente automatizadas ou semiautomáticas. No processo será utilizado uma envasadora Tribloco produzida por uma

empresa especializada em tecnologia de envase cervejeira, totalmente automatizada para realizar as etapas de limpeza das garrafas, envase, carbonatação e fechamento da tampa.

2.2.8 Carbonatação

O processo de carbonatação da cerveja ocorre diretamente na cerveja engarrafada ou na hora em que é servida (no caso dos barris de chopp), na qual é realizada pela carbonatação forçada, em que se injeta quantidades de CO2 diretamente na bebida que é dissolvida. A etapa seguinte realiza o fechamento da garrafa com a tampa pressurizada.

2.2.9 Pasteurização

A pasteurização é a parte do processo realizado para as cervejas engarrafadas, de maneira a obter uma maior durabilidade do produto. O processo ocorre por intermédio do aquecimento das garrafas, seguido de seu resfriamento. O aquecimento ocorre em torno de 60 a 70º C em um determinado tempo calculado, para que o produto seja pasteurizado com eficiência, com o fim de estabilizar a bebida.

A partir da finalização do processo de pasteurização da cerveja, a bebida já está pronta para ser rotulada e encaixotada para distribuição. Com o intuito de manter o processo automatizado utiliza-se um secador de garrafas em série com o pasteurizador, para que seja possível dar continuidade no processo de rotulagem, realizado com um rotulador automático.

Os equipamentos foram todos dimensionados baseados no balanço de massa entre as correntes de entrada em cada equipamento, em que os volumes foram definidos como a entrada sendo o mínimo de volume, e então realizada a pesquisa dos equipamentos com volumes aproximados.

2.2 BALANÇO DE MASSA E ENERGIA

O balanço de massa realizado no processo ocorreu com base no volume final de cada batelada, em que foram definidas 10 bateladas de 10m³. Para realizar o balanço de massa também foi necessário quantificar as perdas do processo, as quais foram obtidas

empiricamente com a reprodução da receita em escala *home brew*, ou também popularmente chamada no Brasil de “cervejeiro caseiro”.

Tabela 2 - Perdas no processo produtivo da cerveja

Perdas	
Moagem	1%
Tanque de mostura	3%
Tanque de filtração	20%
Tanque de fervura	20%
Fermentação	1%

Fonte: O autor (2020).

As perdas no processo industrial podem variar com relação às perdas em escala *home brew* por se tratarem de diferentes equipamentos de processo, contudo, comparando com as referências bibliográficas consultadas, estas se apresentaram coerentemente, e desta forma deu-se início ao balanço.

Tabela 3 - Balanço de massa

Pasteurização	
Corrente	**kg**
Entrada cerveja maturada	10000
Saída cerveja pasteurizada	10000
Envase de garrafas	
Corrente	**kg**
Entrada cerveja pasteurizada	10000
Tanque de fermentação/maturação	
Corrente	**kg**
Entrada mosto resfriado	6711,37496
Entrada Fermento	5,5
Entrada água	6635,7508
Saída mosto maturado	10000
Tanque de fervura	
Corrente	**kg**
Entrada mosto clarificado	6681,37496
Entrada lúpulo	30
Saída mosto fervido	6711,37496

Tanque de Filtração	
Corrente	**kg**
Entrada mosto primário	5412,2532
Entrada água	2939,4655
Saída mosto clarificado	6681,37496
Saída bagaço de malte	1670,34374
Tanque de mosturação	
Corrente	**kg**
Entrada Malte	1745,967895
Entrada água	3696,2853
Saída Mosto primário	5412,2532
Moagem	
Corrente	**kg**
Entrada malte	1763,427574
Saída malte moído	1745,967895

Fonte: O autor (2020).

O balanço de massa foi definido em cálculos realizados, que podem ser encontrados no Apêndice B, respeitando a relação apresentada por Himmelblau e Riggs (2012):

$$\Sigma \text{ Entrada} = \Sigma \text{ Acúmulo} + \Sigma \text{ saída}$$

O balanço energético dos equipamentos foi realizado a partir das recomendações fornecidas pelo fornecedor do equipamento.

2.3 UTILIDADES

O processo na indústria de alimentos deve ser extremamente rigoroso com metodologias de limpeza e é importante ressaltar que todos os tanques após serem utilizados devem passar por processo de CIP (*Clean in place*) para higienização, antes de serem utilizados novamente. O processo ocorre pela passagem de Hidróxido de Sódio para a limpeza de incrustações e matérias orgânicas e, em seguida, lavagem com água, até que o pH da água de entrada (água da rede) seja igual ao de saída (água de lavagem da soda). O passo seguinte

se dá pela adição de ácido peracético, o qual é responsável pela parte de esterilização do equipamento, para atuar contra os microrganismos presentes. O mesmo também deve seguir a etapa de lavagem, até que o pH de entrada seja igual ao pH de saída. Para isso, todos os tanques são equipados com *spray-ball* para uma realização mais eficiente do procedimento.

Outro ponto importante para a eliminação de possíveis contaminantes é o pré-tratamento da água. A água utilizada na empresa será obtida por poço artesiano, com perfuração de 300 m abaixo do solo. A mesma por ser recalcada de poço artesiano contém menos impurezas, mas independentemente disto, deve ser realizado tratamento com cloro para eliminação de possíveis microrganismos patógenos. O processo requer tratamento com hipoclorito de sódio no reservatório de água, o qual será responsável por alimentar toda a fábrica e a rede de água da empresa. A água utilizada na produção sofrerá um processo de decloração, para retirar o cloro e eliminar possíveis alterações no sabor final do produto.

A empresa também conta com um gerador de vapor com capacidade geradora de 450 kg/h para realizar o aquecimento no processo de brasagem. O equipamento utiliza gás GLP como combustível, sujo consumo médio é de 24 kg/h, e conta com a possibilidade de conversão no tipo de combustível a ser utilizado.

2.4 VISÃO FINANCEIRA DO NEGÓCIO

Microcervejarias, assim como qualquer outro tipo de indústria alimentícia, requerem diversos custos para sua implantação. Inicia-se com um terreno adequado, seguindo da infraestrutura apropriada para produção de cerveja, ferramentas, acessórios, equipamentos de segurança etc. O projeto se trata de uma cervejaria na qual realizará vendas locais e na região, o que requer que também se leve em consideração os serviços de logística.

Após o cálculo dos balanços de massa para a produção, foi possível definir o tamanho dos equipamentos e iniciar a pesquisa de custo para implementação do projeto. Todos os equipamentos necessários foram orçados com empresas especializadas e selecionados a partir de sua adequação às necessidades da efetivação do projeto com o menor custo possível.

Tabela 4 - Tabela de custos orçados no mês de agosto de 2020.

Agosto/2020			
Equipamento	**Capacidade**	**Quantidade**	**Preço**
Moinho	700 kg/h	1	R$ 11.000,00

Tribloco	5 m³	1	R$ 356.750,00
Refrigeração Mosto	-	1	R$ 119.600,00
Fermentador	10 m³	5	R$ 89.700,00
Refrigeração Fermentador	-	1	R$ 96.400,00
TQ água quente	5 m³	1	R$ 59.800,00
Unidade Resfriamento	5 m³/h	1	R$ 37.700,00
Aerador Mosto	-	1	R$ 1.900,00
Bomba trasfega	3 cv	1	R$ 4.300,00
Caldeira	450 kg/h	1	R$ 28.000,00
Bomba pó	Sólidos 9,3mm	1	R$ 5.000,00
Câmara Fria	17,34 m²	1	R$ 10.000,00
Construção	-	1	R$ 1.080.816,00
Empilhadeira	2500 kg	1	R$ 50.000,00
Periféricos e acessórios	-	1	R$ 100.000,00
Terreno	1500 m²	1	R$ 500.000,00
Capital de giro	-	1	R$ 731.083,65
Tribloco envase	500 G/h	1	R$ 247.325,00
Pasteurizador	500 G/h	1	R$ 308.100,00
Secador	500 G/h	1	R$ 29.800,00
Transportador	-	1	R$ 20.000,00
Rotulador	Até 800 G/h	1	R$ 48.000,00
Perfuração poço	300 m	1	R$ 150.000,00
Armazenamento água	100 m³	1	R$ 200.000,00
Declorador	10 m³/h	1	R$ 10.000,00
Armazenamento efluente	10 m³	2	R$ 4.324,36
Total			R$ 4.662.723,37

Fonte: O autor (2020).

Conforme apresentado na Tabela 4, o orçamento necessário incluído o capital de giro mensal para abertura e produção é de R$ 4.662.723,37, considerado um valor bastante elevado. É importante levar em conta que os equipamentos para a produção, assim como o terreno, foram selecionados visando a possível expansão da produção mensal com custo reduzido. O valor da construção foi cotado de acordo com os Custos Unitários Básicos (CUB), previstos pela NBR 12.721:2006, sendo de 1200m² e com valor de R$ 900,68 por m².

Para avaliar a viabilidade do projeto também é necessário calcular o custo de produção da cerveja, assim como o preço de venda considerando a margem de lucro, assim como o

payback, ou seja, o tempo necessário para que a empresa consiga pagar as dívidas e começar a ter um lucro limpo. Para isso, inicialmente foi calculado o custo de produção por litro de cerveja.

Tabela 5 - Cálculo do custo de produção da cerveja

Cálculo do custo de produção					
	Saco 25kg	**1kg**	**kg/L**	**Por Litro**	**Por 600mL**
Malte Pilsen Dingemans	R$ 145,97	R$ 5,84	0,1763	R$ 1,03	R$ 0,62
Malte Vienna Dingemans	R$ 146,36	R$ 5,85	0,05	R$ 0,29	R$ 0,18
Malte CARAAMBER	R$ 224,27	R$ 8,97	0,015	R$ 0,13	R$ 0,08
	Pacote 500g	**1kg**			
Levedura Kveik	R$ 642,54	R$ 1.285,08	0,00055	R$ 0,71	R$ 0,42
	1000L	**1L**			
Água processo	R$ 0,00	R$ 0,00	1,3268	R$ 0,00	R$ 0,00
Efluentes	R$ 200,00	R$ 0,30	3,6732	R$ 1,10	R$ 0,66
	5kg	**1kg**			
Lúpulo Cascade	R$ 501,47	R$ 100,29	0,003	R$ 0,30	R$ 0,18
	1000mL	**600mL**			
Garrafa de vidro	R$ 2,43	R$ 1,32	1	R$ 2,43	R$ 1,46
Tampa	R$ 0,10	R$ 0,10	1	R$ 0,10	R$ 0,06
Rótulo	R$ 0,50	R$ 0,40	1	R$ 0,50	R$ 0,30
CO2	-	R$ 11,00	0,01925	R$ 0,21	R$ 0,13
				R$ 6,81	R$ 4,08

Fonte: O autor (2020).

A análise da tabela permite compreender o custo para a produção da cerveja levando em consideração também a despesa do tratamento dos efluentes e das embalagens, totalizando o valor de R$ 6,81 para garrafas de 1 L e R$ 4,08 para garrafas de 600 mL. Considerando apenas o preço de produção da cerveja, sem levar em consideração garrafas, tampas e rótulos, obtém-se o valor de R$ 3,78 por litro de cerveja.

Calculado o custo para a produção mensal dos 100.000 L, foi adicionado uma margem de lucro de 40% em cima das garrafas de 1 litro e 45% em cima do custo das garrafas de 600 mL. Tendo em vista que no Brasil existem impostos tabelados para a venda de cerveja, como

o Programa de Integração Social (PIS), a Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS), o Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) e Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), foi calculado o preço de venda do produto, como pode ser observado na Tabela 12.

Tabela 6 - Cálculo do preço de venda do produto final

Cálculo preço de venda "GARRAFAS"		
Impostos	Por litro	Por 600mL
Preço de venda	R$ 9,53	R$ 5,92
PIS	R$ 0,0263	R$ 0,0158
COFINS	R$ 0,1253	R$ 0,0752
IPI	R$ 0,1579	R$ 0,0947
ICMS	18,00%	18,00%
Frete	R$ 0,25	R$ 0,15
Preço final	R$ 11,83	R$ 7,34
Lucro por unidade	R$ 2,72	R$ 1,84

Fonte: O autor (2020).

A partir da Tabela 6, pode-se calcular o lucro por unidade vendida já subtraídos os custos de transporte, tratamento de efluentes, insumos e embalagens, o que gera um lucro líquido de R$ 2,72 por unidade de 1 L e de R$ 1,84 para as unidades de 600 mL. A empresa terá suas vendas divididas em garrafas de 1 L, garrafas de 600 mL e Chopp em barris de 30 L, sendo que para o cálculo do Chopp foi utilizado o valor de R$ 3,78 por litro de cerveja, como visto anteriormente.

Tabela 7 - Cálculo de preço de venda Chopp

Cálculo preço de venda "Chopp"	
Impostos	Por litro
Preço de venda	R$ 7,56
PIS	R$ 0,0263
COFINS	R$ 0,1253
IPI	R$ 0,1579
ICMS	18,00%
Preço final	R$ 9,0850

Lucro por unidade	R$ 3,78

Fonte: O autor (2020).

Para o Chopp, não são necessárias garrafas para o envase ou rótulos, pois o mesmo é envasado em barris, os quais já foram custeados na tabela 4, em periféricos e acessórios, o que resulta em um lucro de R$ 3,78 por litro sendo o preço de venda de R$ 9,08 por litro, considerando uma margem de 100%.

Antes de iniciar a contabilizar os lucros mensais, é necessário levar em consideração também outros gastos mensais recorrentes, como folha de pagamento de funcionários, energia, combustível para a caldeira etc.

Tabela 8 - Folha de pagamento de funcionários

Funcionários	Qtde	Carga Horária	Escala	Salário	13 mensal	V. alimentação	V. transporte	FGTS	FGTS Anual	Férias + 1/3
Almoxarife	1	8 hr/dia	5x2	R$ 1.700,00	R$ 141,67	R$ 200,00	R$ 80,00	R$ 136,00	R$ 130,56	R$ 188,89
Zeladoria	2	8 hr/dia	5x2	R$ 1.500,00	R$ 125,00	R$ 200,00	R$ 80,00	R$ 120,00	R$ 115,20	R$ 166,67
Manutenção	2	8 hr/dia	5x2	R$ 1.700,00	R$ 141,67	R$ 200,00	R$ 80,00	R$ 136,00	R$ 130,56	R$ 188,89
Gerente ADM	1	8 hr/dia	5x2	R$ 5.000,00	R$ 416,67	R$ 200,00	R$ 80,00	R$ 400,00	R$ 384,00	R$ 555,56
Coordenador Ind.	1	8 hr/dia	5x2	R$ 4.000,00	R$ 333,33	R$ 200,00	R$ 80,00	R$ 320,00	R$ 307,20	R$ 444,44
Expedidor	1	8 hr/dia	5x2	R$ 1.700,00	R$ 141,67	R$ 200,00	R$ 80,00	R$ 136,00	R$ 130,56	R$ 188,89
Marketing	2	8 hr/dia	5x2	R$ 2.500,00	R$ 208,33	R$ 200,00	R$ 80,00	R$ 200,00	R$ 192,00	R$ 277,78
Comercial	3	8 hr/dia	5x2	R$ 3.000,00	R$ 250,00	R$ 200,00	R$ 80,00	R$ 240,00	R$ 230,40	R$ 333,33
Moagem	4	12 hr/dia	12x36	R$ 2.000,00	R$ 166,67	R$ 200,00	R$ 80,00	R$ 160,00	R$ 153,60	R$ 222,22
Brassagem	4	12 hr/dia	12x36	R$ 2.000,00	R$ 166,67	R$ 200,00	R$ 80,00	R$ 160,00	R$ 153,60	R$ 222,22
Envase	4	12 hr/dia	12x36	R$ 2.000,00	R$ 166,67	R$ 200,00	R$ 80,00	R$ 160,00	R$ 153,60	R$ 222,22
Transporte	2	8 hr/dia	5x2	R$ 1.800,00	R$ 150,00	R$ 200,00	R$ 80,00	R$ 144,00	R$ 138,24	R$ 200,00
Total	27			R$ 60.400,00	R$ 2.408,33	R$ 2.400,00	R$ 960,00	R$ 2.312,00	R$ 2.219,52	R$ 3.211,11
			Custo total							R$ 73.910,96

Fonte: O autor (2020).

A folha de pagamento foi definida para os funcionários da empresa, sendo que apenas os operadores do processo (Moagem, Brasagem, Envase) não trabalharão em horário comercial, mas em regime 12 por 36h.

A tabela a seguir apresenta a síntese das informações coletadas até o momento, considerando os custos e os lucros decorrentes do processo.

Tabela 9 - Tabela de custos e lucros

Lucro Bruto	R$ 310.567,39
Energia	R$ 25.000,00
GLP	R$ 7.200,00
Funcionários	R$ 73.910,96
Proprietário	R$ 10.000,00
Geral	R$ 5.000,00
Líquido	R$ 189.456,43

Fonte: O autor (2020).

A tabela 9 informa como lucro bruto aquele proveniente da venda das cervejas engarrafadas e do Chopp, nos quais já foram subtraídos os valores de sua produção. Em relação ao lucro líquido, o valor bruto foi reduzido considerando outros gastos da produção, totalizando um lucro líquido de R$ 189.456,43 mensais.

O projeto inicia-se com um capital de R$ 4.662.723,37, em cujo montante está incluso o valor de terreno, da construção, da perfuração do poço artesiano e do recalque de água, dos equipamentos de produção e de logística, do tratamento da água, da geração de vapor e do capital de giro. Por se tratar de um valor fixo inicial, é normal que este seja elevado considerando um maior gasto com o terreno e a construção, porém o projeto atendeu as expectativas apresentando um *payback* de 24,6 meses, com um lucro líquido mensal de R$ 189.456,43, eliminados os gastos mensais e o capital de giro, assim como folha de pagamento dos funcionários.

Um negócio que apresenta um Valor Presente Líquido (VPL) positivo é considerado um projeto viável, pois o valor dos fluxos de caixa futuros será maior que o investimento inicial, tornando o projeto viável (DORNELAS, 2008). O projeto apresenta um VPL de 1,79 no terceiro ano, tornando-se um investimento mais atrativo.

3 CONCLUSÃO

O objetivo do presente trabalho foi de projetar uma indústria cervejeira com produção de 100.000 litros mensais e comercialização na cidade onde constitui a planta, e região. O

projeto levou em consideração o crescimento da empresa a longo prazo, investindo em o terreno maior que o necessário inicialmente. O mesmo ocorre com os demais equipamentos, os quais podem facilmente duplicar a produção apenas adquirindo uma maior quantidade de tanques fermentadores.

A microcervejaria apresentada projeta bons resultados contando com um *payback* de 24,6 meses e VPL de 1,79 em seu terceiro ano, demonstrando um grande potencial de sucesso, considerando seu potencial de expansão produtiva ao longo dos anos, podendo assim reduzir os custos e aumentar os lucros.

Como foi possível ser observado, as microcervejarias podem ser indústrias altamente rentáveis e ter um grande retorno de investimento e, por este motivo, o setor cresce a cada ano, movimentando um mercado milionário no Brasil e no mundo.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Associação Brasileira de Normas Técnicas – **NBR** 12.721:2006 – **Custos unitários básicos**. Disponível em: < https://sindusconpr.com.br/tabela-completa-370-p/>. Acesso em: 8 agosto 2020.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – **INSTRUCAO NORMATIVA Nº 65, 10 de dezembro de 2019**. 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/instrucao-normativa-n-65-de-10-de-dezembro-de-2019-232666262/>. Acesso em: 5 agosto 2020.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Anuário da cerveja**: 2019 / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: MAPA/SDA, 2020

CARBONATECH. Tecnologia em envase. **Orçamento equipamentos**. Caxias do Sul, 2020.

DIAS, Murillo de Oliveira; FALCONI, Davi. The evolution of craft beer industry in Brazil. **Journal of Economics and Business**, v. 1, n. 4, p. 618-626, 2018.

DIAS, Pâmela Castilho; AMBIENTAL, ENGENHARIA. A**nálise de viabilidade da utilização do biogás gerado na digestão anaeróbia de levedura residual de cervejaria para geração de energia**, 2014.

DORNELAS, José Carlos A. **Empreendedorismo: transformando idéias em negócios**. Rio de Janeiro: Elsevier. 2008

FAZFORTE. Caixas d'agua de grande porte. **Orçamento de equipamentos**. São Paulo, 2020.

FERREIRA, Gabriela da Silva *et al*. **Análise da estrutura de mercado da cerveja** – a competitividade e estratégias de mercado da indústria cervejeira e micro cervejarias. 2017.

HIMMELBLAU, David Mautner; RIGGS, James B. **Basic principles and calculations in chemical engineering**. FT press, 2012.

KUNZE, Wolfgang**. Technology of Brewing and Malting**. Berlin: VLB, p. 18-152, 2004.

MECBIER. Soluções cervejeiras. **Orçamento de equipamentos**. Pompéia, 2020.

MOURA, Bianca Flach de. **Análise da influência da distribuição granulométrica do malte na obtenção de extrato no mosto cervejeiro**. 2018.

O ESTADO DE SÃO PAULO. **Microcervejarias inovam para sobreviver além do líquido.** 26 de fevereiro de 2020. Disponível em: <http://www.cervbrasil.org.br/novo_site/microcervejarias-inovam-para-sobreviver-alem-do-liquido>. Acesso em: 5 julho 2020.

PEREIRA, Luiz Filipe Mattos. **Reinheitsgebot:** uma análise histórica sobre a lei de pureza da cerveja (1516) e sua influência política e legislativa na Alemanha e no ordenamento jurídico brasileiro. 2016.

RUSSELL, I.; STEWART, G. G. REHM, Hans-Jürgen et al. Biotechnology. Vol. 9: **Enzymes, Biomass, Food and Feed:** A Multi-volume Comprehensive Treatise. VCH, 1995.

SANTOS, Iratan Jorge dos. **Cinética de fermentações e estudo de metabólitos e enzimas intracelulares envolvidas na fermentação alcoólica cervejeira conduzidas com leveduras de alta e baixa fermentação em diferentes composições de mosto**. 2005. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa. 2005.

SOUZA, Luigi Whitaker de; MARTINS, Edson Aparecido; NARDI JUNIOR, Geraldo de. Cerveja artesanal, uma alternativa para o agronegócio. In: VIII JORNACITEC-JORNADA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA. 2019.

SEBRAE. **Primeiro Censo das cervejarias independentes brasileiras, 2019**. Disponível em: <https://datasebrae.com.br/cervejarias-independentes-brasileiras/>. Acesso em: 10 agosto 2020.

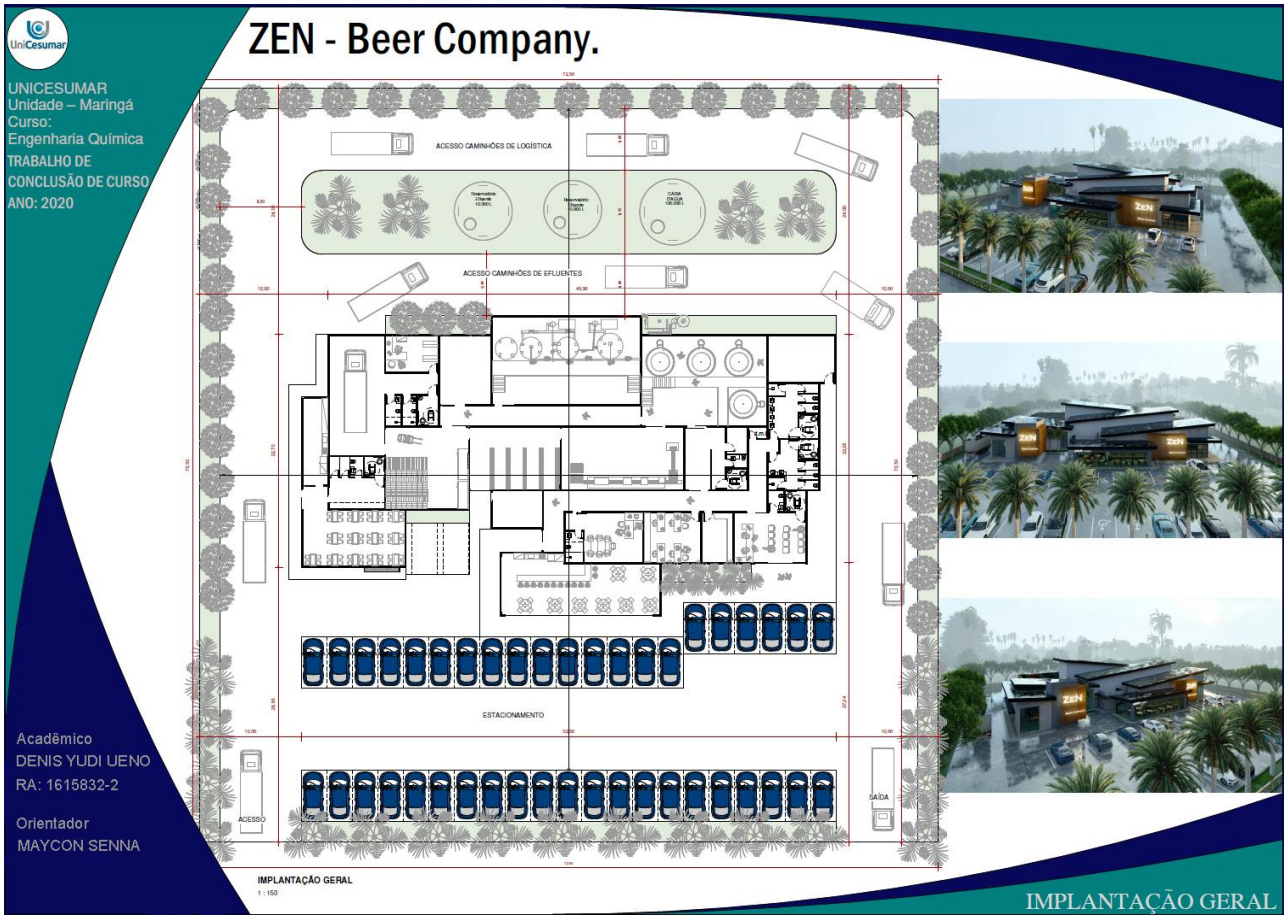
APÊNDICE A – PLANTA INDUSTRIAL

Para o desenvolvimento da planta foi utilizado o *software Revit*, da desenvolvedora Autodesk e para a renderização 3D o software Lumion.

A empresa conterá poço artesiano perfurado para utilização da água na indústria, onde a água recalcada sofrerá tratamento com cloro para utilização na rede e, posteriormente, decloração para utilização no processo produtivo da cerveja.

Se tratando de uma planta industrial alimentícia, o projeto foi pensado de forma a operar respeitando as Boas Praticas de Fabricação, separando a área produtiva da área de acesso comum. Os setores produtivos foram pensados de modo em que o tráfego de pessoas de outros setores forme um caminho sequencial, evitando ao máximo possíveis contaminações cruzadas.

Figura 2 - Planta da microcervejaria em escala 1:100.



Fonte: O autor (2020).

APÊNDICE B – MEMORIAL DE CÁLCULOS

Os cálculos do balanço de massa são realizados do fim ao início, pois a variável conhecida é a quantidade de produto final. Os cálculos foram baseados em uma receita realizada em escala *home brew* para 20 litros e dimensionadas para escala industrial, baseados em massa de insumo por litro de produto final, sendo as proporções apresentadas na Tabela 10.

Tabela 10- Receita de produção cerveja Amber Ale

Receita			
Ingredientes	kg/L	kg/10m³	%
Malte Pilsen	0,175	1750	0,100
Malte Vienna	0,05	500	0,029
Malte CARAAMBER	0,015	150	0,009
Fermento Kveik	0,00055	5,5	0,000
Água mostura	1	10000	0,574
Água lavagem	0,5	5000	0,287
Lúpulo CASCADE	0,003	30	0,002

Fonte: O autor (2020).

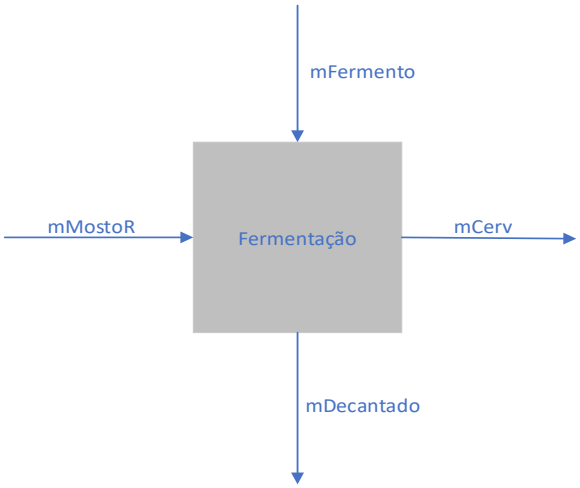
Iniciando o balanço de massa tem-se como última parte do processo a pasteurização, o qual não acarretará perdas, pois ocorre em sistema fechado. Com isso, foram iniciados os cálculos no processo de maturação/fermentação.

1. Fermentação/maturação

$$mMostoR + mFermento = mCerv + mDecantado$$

onde, mMosto é a entrada de mosto resfriado, mFermento a massa de Levedura Kveik a ser adicionada, mCerv a massa cerveja maturada e mDecantado a massa de leveduras decantadas após a maturação (sendo esta considerada 1% da entrada de acordo com a Tabela 2). Logo, tem-se:

Figura 3 - Balanço de massa fermentação



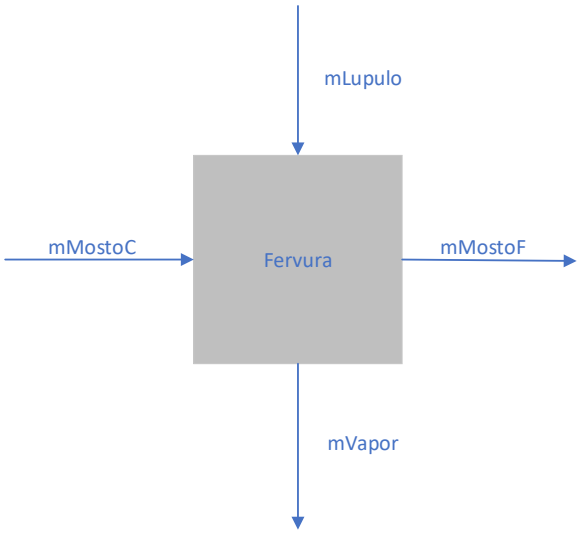
Fonte: O autor (2020).

2. Fervura

$$mMostoC + mLupulo = mMostoF + mVapor$$

onde, mMostoC é a massa de mosto clarificado, mLupulo a massa de lúpulo a ser adicionada, mMostoF a massa de mosto pós-fervura, e mVapor a água evaporada durante a fervura (sendo esta de 20% em relação a entrada, Tabela 2).

Figura 4 - Balanço de massa fervura



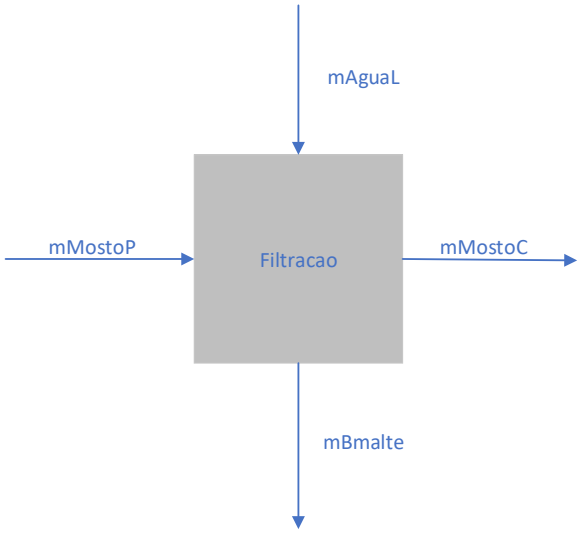
Fonte: O autor (2020).

3. Filtração

$$mMostoP + mAguaL = mMostoC + mBmalte$$

onde, mMostoP é a massa de mosto primário, mAguaL é a massa de água de lavagem a ser adicionada, mMostoC é a massa de mosto clarificado, e mBmalte é o bagaço de malte (sendo esta de 20% em relação a entrada, Tabela 2).

Figura 5 - Balanço de massa Filtração



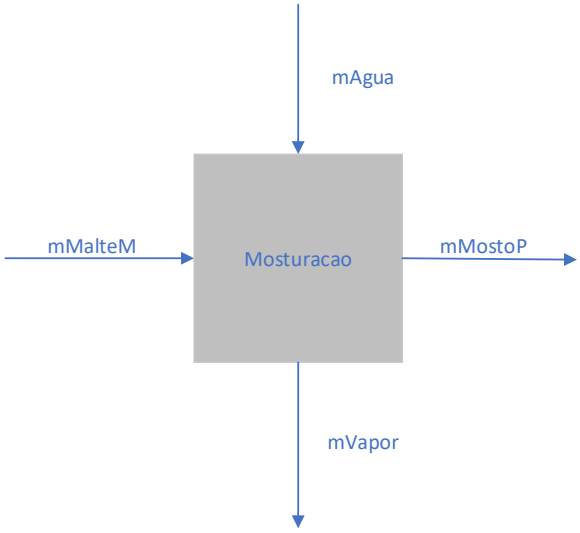
Fonte: O autor (2020).

4. Mosturação

$$mMalteM + mAgua = mMostoP + mVapor$$

onde, mMalteM é a massa de malte, mAgua é a massa de água a ser adicionada, mMostoP é a massa de mosto clarificado, e mVapor é a massa de água evaporada (sendo esta de 3% em relação a entrada, Tabela 2).

Figura 6 - Balanço de massa Mosturação



Fonte: O autor (2020).

Para o balanço energético, o fornecedor foi consultado em relação a quais equipamentos complementares poderiam ser necessários. Desta forma, não foi necessário realizar dimensionamento de gerador de vapor e de trocadores de calor.

Para isso, se fez necessário o cálculo do custo energético mensal da empresa. Para uma microcervejaria de até 20.000 hl de produção anual, o consumo médio de energia de calor é de 180 a 200 MJ por hl e de energia elétrica de 12kWh por hl (KUNZE, 2004). Apresenta-se assim o cálculo abaixo:

200MJ → 55,55 kWh

55,55 + 12 = 67,55 kWh

R$ 0,40626/kWh

1000 x 67,55 x 0,40626 = R$ 27442,863

Calculando a partir do consumo médio citado, resulta-se no valor de R$ 27442,863, em que foi considerado o valor de R$ 25000,00 na tabela de custos, pois se trata de uma planta com produção de 12.000 hl anuais, e os cálculos são baseados em uma planta com produção de 20.000 hl anuais.