



Universidade de Brasília - UnB
Faculdade UnB Gama - FGA

Home Beer: Microcervejaria automatizada

**Autores: Caio Gabriel A. Medeiros, Felipe S. Nascimento,
Isabela R. Macedo, João Gabriel S. Ribeiro, Larissa M. Freitas,
Lucas M. Martins, Mateus O. Barbosa, Matheus Roberto A.
Silva, Rafael da S. Rodrigues, Renato C. Motta Júnior, Vanessa
A. Alves, Victor Hugo B. Tavares, Victor Wagner P. Araujo,
Vinícius C. Cantuária, Yago R. Ferreira**

**Brasília, DF
2020**



Resumo

O processo de fabricação artesanal de cerveja envolve etapas bem definidas: malteação, brassagem, fervura, *whirlpool*, resfriamento e fermentação. Estas apresentam várias dificuldades para o cervejeiro, sendo que as principais são: espaço físico, organização, a fabricação do mosto (brassagem), controle de temperatura e tempo.

O objetivo deste trabalho é automatizar o processo de fabricação caseira de cerveja, facilitando o trabalho do cliente. As etapas de brassagem, fervura e resfriamento serão de tal forma que não será necessária a supervisão do cliente durante o processo.

Palavras-chaves: Microcervejaria, Automação, Artesanal

Lista de ilustrações

Figura 1 – Diagrama de funcionamento geral do sistema	25
Figura 2 – Esquemático da estrutura do projeto	27
Figura 3 – Diagrama da Solução do Sistema Embarcado	30
Figura 4 – Diagrama do Nobreak Online Dupla Conversão	34
Figura 5 – Representação arquitetural do padrão MVC	36
Figura 6 – Representação arquitetural do padrão Cliente-Servidor	36
Figura 7 – Representação dos módulos do sistema	37
Figura 8 – Diagrama Entidade Relacionamento	38
Figura 9 – Diagrama Lógico dos Dados	38
Figura 10 – Exemplo do Kanban do Projeto	41
Figura 11 – Organização da equipe	42
Figura 12 – Estrutura Analítica do Projeto	43
Figura 13 – Cronograma do ponto de controle 1	45
Figura 14 – Cronograma do ponto de controle 2	46
Figura 15 – Cronograma do ponto de controle 3	46
Figura 16 – Tela de Inicialização	71
Figura 17 – Tela para Login	71
Figura 18 – Tela da Câmera para QRCode	72
Figura 19 – Tela Menu - Ingredientes	72
Figura 20 – Tela Menu - Processos	73
Figura 21 – Modal Pergunta Iniciar Processo	73
Figura 22 – Modal Pergunta Iniciar Limpeza	73
Figura 23 – Tela Criar/Editar Receitas	74
Figura 24 – Dropdown Ingredientes	74
Figura 25 – Modal Pergunta Finalizar Edição	74
Figura 26 – Tela Aquecimento	75
Figura 27 – Modal Pergunta Finalizar Processo	75
Figura 28 – Overlay Receita Escolida	75
Figura 29 – Tela Brassagem	76
Figura 30 – Tela Brassagem 2	76
Figura 31 – Overlay Aquecimento	77
Figura 32 – Tela Fervura	77
Figura 33 – Tela Fervura 2	78
Figura 34 – Tela Fervura 3	78
Figura 35 – Tela Fervura 4	79
Figura 36 – Overlay Brassagem	79

Figura 37 – Tela de Limpeza	80
Figura 38 – Tela de Notificação iPhone Bloqueado	80
Figura 39 – Tela de Notificação iPhone Desbloqueado	81
Figura 40 – Quadro de Conhecimento da Equipe de Software	83
Figura 41 – Quadro de Conhecimento da Equipe de Estrutura	83
Figura 42 – Quadro de Conhecimento da Equipe de Controle	83

Lista de tabelas

Tabela 1 – SIPOC	17
Tabela 2 – QFD	19
Tabela 3 – Tabela Custos Estruturais	44
Tabela 4 – Tabela Custos Eletrônica	44
Tabela 5 – Tabela Custos de Software	45
Tabela 6 – Ferramentas de comunicação	47
Tabela 7 – Agenda de reuniões	48
Tabela 8 – Escala FMEA	49
Tabela 9 – FMEA: grupo de estruturas e térmica	49
Tabela 10 – FMEA: grupo de controle	50
Tabela 11 – FMEA: grupo de Software - Riscos Gerais	50
Tabela 12 – FMEA: grupo de Software - Riscos de Gerencia	51
Tabela 13 – Tabela de Riscos de Alto Nível	52
Tabela 14 – Tabela de Riscos de Alto Nível	58
Tabela 15 – Tabela do Resumo do Cronograma de Marcos	59
Tabela 16 – Tabela de Engenharia de Software	59
Tabela 17 – Tabela dos estudantes de Engenharia Aeroespacial	59
Tabela 18 – Tabela dos estudantes de Engenharia Automotiva	60
Tabela 19 – Tabela dos estudantes de Engenharia Eletrônica	60
Tabela 20 – Tabela dos estudantes de Engenharia Energia	60
Tabela 21 – Tabela dos professores de Projeto Integrador de Engenharias 2	60
Tabela 22 – Tabela dos clientes	60
Tabela 23 – Tabela de Instrução de Posição do Problema	62
Tabela 24 – Tabela de Instrução de Posição do Produto	63
Tabela 25 – Tabela de Resumo da Parte Interessada	64
Tabela 26 – Tabela de Resumo dos Usuários	64
Tabela 27 – Tabela da Necessidade dos Usuários ou Envolvidos	65
Tabela 28 – Tabela de Perfil Usuários do Aplicativos	65
Tabela 29 – Tabela de Perfil Usuários: Produtor Artesanal	66
Tabela 30 – Tabela Principais Necessidades da Parte Interessada ou dos Usuários	67
Tabela 31 – Tabela Resumo das Capacidades	68
Tabela 32 – Tabela Aquisição Custos de Internet e Energia	87
Tabela 33 – Tabela de Custo de Ferramentas	88
Tabela 34 – Tabela das ferramentas utilizadas no desenvolvimento	89

Lista de abreviaturas e siglas

Fig.	Figura
O ₂	Molécula de oxigênio
CO ₂	Molécula de gás carbônico
°C	Graus Celsius
EAP	Estrutura Analítica do Projeto
TAP	Termo de Abertura do Projeto
RUP	Rational Unified Process
QFD	Quality Function Deployment
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis
MVC	Model View Controller
API	Application Programming Interface
IPA	India Pale Ale
JSON	JavaScript Object Notation
L	Litros
PVC	Policloreto de vinila
Q	Calor
Q_i	Calor do fluido no tubo interno
A_i	Área interna do tubo
h_i	Coefficiente de película médio da parede interna dos tubo
$T_{m,i}$	Temperatura média do fluido interno
$T_{p,i}$	Temperatura da parede interna do tubo
Q_k	Calor da parede do tubo
A_k	Área média do tubo

Δx	Distância entre as paredes do tubo
k	Condutividade térmica do material dos tubos
$T_{p,e}$	Temperatura média da parede externa do tubo
A_e	Área externa do tubo
h_e	Coefficiente de película médio da parede externa do tubo
$T_{m,e}$	Temperatura média do fluido externo
U	Coefficiente global de transferência de calor
ΔT_m	Variação de temperatura entre fluidos
CA	Corrente alternada
CC	Corrente contínua
CA/CC	Conversão corrente alternada para corrente contínua
CC/CA	Conversão corrente contínua para corrente alternada

Sumário

	Sumário	7
1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Justificativa	13
1.2	Objetivo	13
1.2.1	Objetivo Geral	13
1.2.2	Objetivos Específicos	13
1.3	O Processo de Fabricação de Cerveja	14
1.3.1	Ingredientes	14
1.3.1.1	Malte	14
1.3.1.2	Água	14
1.3.1.3	Lúpulo	14
1.3.1.4	Levedura	14
1.3.2	Os Processos	15
1.3.2.1	Brassagem	15
1.3.2.2	Fervura	15
1.3.2.3	Resfriamento	16
1.3.2.4	Fermentação	16
1.4	Escopo	16
1.5	Termo de Abertura do Projeto	17
1.6	Partes interessadas	18
1.6.1	Equipe do Projeto	18
1.6.2	Professores	18
1.6.3	Público Alvo	18
2	REQUISITOS	19
2.1	Requisitos do Sistema	19
2.1.1	Requisitos Funcionais	19
2.1.2	Requisitos Não Funcionais	20
2.2	Requisitos dos Subsistemas	20
2.2.1	Requisitos de Estrutura e Térmica	20
2.2.1.1	Requisitos Funcionais	20
2.2.1.2	Requisitos Não Funcionais	21
2.2.2	Requisitos do Sistema Embarcado	21
2.2.3	Requisitos de Software	21
2.2.3.1	Requisitos Funcionais	21

2.2.3.2	Requisitos Não Funcionais	22
2.2.3.2.1	Confiabilidade	22
2.2.3.2.2	Usabilidade	22
2.2.3.2.3	Portabilidade	22
2.2.3.2.4	Segurança	22
2.2.3.2.5	Entrega	23
2.2.3.2.6	Implementação	23
2.2.3.2.7	Interoperabilidade	23
2.2.3.2.8	Manutenibilidade	23
2.3	Premissas e Restrições	23
3	SOLUÇÃO	25
3.1	Solução geral proposta	25
3.2	Solução proposta dos Subsistemas	26
3.2.1	Solução Estrutural	26
3.2.2	Solução do Sistema Embarcado	29
3.2.2.1	Módulo do Sistema de Aquisição	30
3.2.2.2	Módulo do Sistema de Atuação	31
3.2.2.3	Módulo do Sistema de Comunicação	32
3.2.2.4	Módulo do Sistema de Alimentação	32
3.2.3	Solução de Software	34
3.2.3.1	Arquitetura da Solução	35
3.2.3.2	Visão Lógica	35
3.2.3.3	Visão de Implantação	36
3.2.3.4	Visão de Dados	37
4	GERENCIAMENTO DO PROJETO	39
4.1	Metodologia	39
4.1.1	RUP	39
4.1.2	Scrum Adaptado	40
4.1.3	Kanban	40
4.2	Organização da Equipe	41
4.3	Custos	43
4.3.1	Estrutura	43
4.3.2	Sistema Embarcado	44
4.3.3	Software	44
4.4	Tempo	45
4.4.1	Cronograma	45
4.5	Comunicação	47
4.6	Riscos	48

4.6.1	Riscos de estrutura e térmica	49
4.6.2	Riscos do sistema embarcado	50
4.6.3	Riscos de software	50
4.6.4	Riscos do projeto	52
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
	REFERÊNCIAS	54
	APÊNDICES	56
	APÊNDICE A – TERMO DE ABERTURA DO PROJETO	57
A.1	Descrição do Projeto	57
A.2	Propósito e Justificativa do Projeto	57
A.3	Objetivos do Projeto	57
A.4	Requisitos	57
A.5	Riscos	58
A.6	Resumo do Cronograma de atividades	59
A.7	Lista das partes interessadas	59
	APÊNDICE B – DOCUMENTO DE VISÃO DE SOFTWARE	61
B.1	Introdução	61
B.1.1	Propósito	61
B.1.2	Escopo	61
B.1.3	Visão Geral	61
B.2	Posicionamento	62
B.2.1	Oportunidade de Negócio	62
B.2.2	Instrução de Posição do Problema	62
B.2.3	Instrução de Posição do Produto	63
B.3	Descrição dos Envolvidos e Usuários	63
B.3.1	Resumo da Parte Interessada	64
B.3.2	Resumo dos Usuários	64
B.3.3	Ambiente do Usuário	64
B.3.4	Principais Necessidades dos Usuários ou dos Envolvidos	65
B.3.5	Perfil das Partes Interessadas	65
B.3.5.1	Usuário do Aplicativo	65
B.3.6	Perfil dos Usuários	66
B.3.6.1	Produtor Artesanal(usuário)	66
B.3.7	Principais Necessidades da Parte Interessada ou dos Usuários	67

B.3.8	Visão Geral do Produto	67
B.3.8.1	Perspectiva do Produto	67
B.3.9	Resumo das Capacidades	68
B.4	Licenciamento e Instalação	68
B.5	Recursos do Produto	68
B.5.1	Acesso	68
B.5.2	Gerenciamento de novas Receitas	68
B.5.3	Visualizar processo de produção/Estimativa de tempo	69
B.5.4	Gerenciar processo de limpeza	69
B.5.5	Gerenciar processo de produção da cerveja	69
B.5.6	Receber notificações	69
B.6	Restrições	69
B.6.1	Restrições de sistema	69
B.6.2	Restrições Extras	70
B.7	Faixas de Qualidade	70
B.8	Precedência e Prioridade	70
B.9	Outros Requisitos do Produto	70
B.9.1	Requisitos do Sistema	70
B.9.2	Requisitos de Desempenho	70
	APÊNDICE C – PROTÓTIPO DO APLICATIVO	71
	APÊNDICE D – RECURSOS HUMANOS	82
D.1	Objetivo	82
D.2	Origem dos Recursos Humanos	82
D.3	Conhecimento Técnico dos Integrantes	82
D.3.1	Quadro de Conhecimento de Software	83
D.3.2	Quadro de Conhecimento de Estruturas	83
D.3.3	Quadro de Conhecimento de Controle	83
	APÊNDICE E – PLANO DE GERENCIAMENTO DE CUSTOS	84
E.1	Objetivo do plano de Gerenciamento de custo	84
E.2	Método de gerenciamento dos custos	84
E.2.1	Planejar o gerenciamento dos custos	84
E.2.2	Estimativa de Custos	84
E.2.3	Determinação de Orçamento	85
E.2.3.1	Pessoal	85
E.2.3.2	Aquisição	86
E.3	Ferramentas	88

	APÊNDICE F – PLANO DE GERENCIAMENTO E CONFIGURAÇÃO DE SOFTWARE	89
F.1	Introdução	89
F.2	Ferramentas	89
F.3	Políticas de Contribuição	89
F.3.1	Folha de Estilo	89
F.3.2	Política de Commits	89
F.3.3	Política de Branches	90
F.3.4	Política de Versionamento	90
F.4	Pipeline	91
	APÊNDICE G – QUESTIONÁRIO	92

1 Introdução

A cerveja possui registros na cultura da maioria das civilizações antigas. Há registros de mais de cinco mil anos, em ruínas do oriente médio, que citam o uso da bebida (MARTINS, 2014). Genericamente, define-se cerveja como uma bebida carbonatada de teor alcoólico entre 3% e 8% (v/v), preparada a partir de malte de cevada, lúpulo, fermento e água de boa qualidade, além de outras matérias primas como arroz, milho e trigo (SIQUEIRA, 2008).

As cervejas são divididas em dois grandes estilos: *Ale* e *Lager*. O primeiro tipo inclui as cervejas de alta fermentação, que normalmente têm graduação alcoólica superior a 5% e são mais adocicadas. As do tipo *Lager* são de baixa fermentação e passam por um processo mais demorado que foi inicialmente desenvolvido por monges da região da Bavária. Cervejas *Lager* têm sabor suave e graduação alcoólica média de 3,58% (MARTINS, 2014) e devem ser consumidas geladas e de forma rápida. Esse tipo é o mais vendido pelas grandes cervejarias do mundo, e tem estilo de produção que mais se adéqua ao clima brasileiro.

A tendência de crescimento das grandes cervejarias no Brasil ocorre há mais de 20 anos. Em 1999, por exemplo, a AmBev, que na época era a quarta maior cervejaria do mundo, vendia 70 bilhões de litros por ano. Paralelo a esse crescimento, surge o movimento *slow food*, que deu origem às cervejarias artesanais, que tem como um dos principais produtos cervejas do tipo IPA (*India Pale Ale*), que são do tipo *Ale*. A filosofia desse movimento tem relação com o resgate da história, da cultura e do prazer de se fazer e consumir boas cervejas (FERREIRA et al., 2011).

O processo de produção envolve etapas bem definidas: malteação, brassagem, fervura, *whirlpool*, resfriamento e fermentação. A malteação é o processo de hidratação e germinação do grão, o que resulta no malte. A brassagem tem por objetivo promover a hidrólise do amido e açúcares do malte.

Após a brassagem, o mosto (parte líquida) é separado do malte (grão) e fervido a aproximadamente 100°C. Durante o processo de fervura, acontece esterilização do mosto. Também é o momento em que o lúpulo é adicionado e ocorre a transferência de seu aroma e amargor ao mosto.

No processo de fermentação, a levedura é adicionada ao mosto e se reproduz rapidamente. Após consumir todo o O_2 , as células de levedura passam a utilizar o açúcar de forma anaeróbica, fermentando esses açúcares em etanol e CO_2 (SIQUEIRA, 2008).

As características do produto final dependem diretamente da matéria prima uti-

lizada. O malte é responsável pelo teor alcoólico, pelo aroma e pela quase total cor do produto final. A quantidade e qualidade da água afetam a qualidade, o aroma e a cor do produto final. O lúpulo tem função aromática e propicia o sabor amargo. (MARTINS, 2014)

1.1 Justificativa

O processo de fabricação artesanal apresenta várias dificuldades para o cervejeiro, pois demanda atenção constante do cervejeiro. De acordo com uma pesquisa de campo realizada, as principais dificuldades encontradas por cervejeiros são: espaço físico, organização, a fabricação do mosto (brassagem), controle de temperatura e tempo.

A brassagem é a etapa mais trabalhosa para o cervejeiro caseiro. O aquecimento escalonado deve ser monitorado pois visa favorecer a ação de diferentes grupos de enzimas. O tempo gasto em cada processo é outro fator crucial pois interfere na qualidade final do produto. Insumos devem ser adicionados em diferentes momentos para garantir o sabor desejado.

1.2 Objetivo

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é automatizar o processo de fabricação caseira de cerveja, facilitando o trabalho do cliente. As etapas de brassagem, fervura e resfriamento serão de tal forma que não será necessária a supervisão do cliente durante o processo.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os seguintes objetivos específicos se tornam necessários:

- Controlar o aquecimento dos fluidos nas três painéis;
- Construir a estrutura para conter os subsistemas;
- Bombear os fluidos entre as painéis;
- Monitorar os dados do processo;
- Desenvolver um reservatório para o líquido de resfriamento;
- Desenvolver sistema para alimentação dos insumos no momento da fervura;
- Desenvolver sistema de alerta;
- Realizar rotina de limpeza em todo o sistema.

1.3 O Processo de Fabricação de Cerveja

A fim de auxiliar a definição do escopo, o processo de fabricação de cerveja será detalhado nessa seção.

1.3.1 Ingredientes

1.3.1.1 Malte

O processo de fabricação da cerveja se inicia com a escolha do grão, pois o malte produzido a partir desse grão influencia no amargor, na cor e na quantidade de carboidratos da cerveja que se pretende obter. Os grãos usados para a produção do malte podem ser trigo, centeio, aveia, sorgo, milho, entre outros. Após a colheita do grão, ele é hidratado e germinado. Nesse processo as enzimas se acumulam na parte externa do grão. O produto desse processo é o malte. Pode-se comprar malte pronto em lojas especializadas em cervejaria.

1.3.1.2 Água

A água utilizada para a produção de cervejas é geralmente tratada para ajustar sua composição. Em cervejas industrializadas, a água é geralmente tratada levando em algumas características, tais como concentração de ferro e manganês, dureza, pH, concentração de cloro, entre outras ([BAMFORTH, 2006](#)).

Para garantir a qualidade da água que entra no processo de fabricação da cerveja, o produtor pode realizar tratamentos específicos. Tais tratamentos não são facilmente padronizáveis pois dependem diretamente da localização da fonte da água, e há vários métodos para que se obtenha água com a qualidade desejada ([BAMFORTH, 2006](#)). Para cervejarias artesanais, normalmente preocupa-se apenas com a potabilidade da água a ser utilizada como matéria prima da cerveja e para a limpeza do sistema. É válido ressaltar que o sistema de saneamento básico do Brasil realiza processos de tratamento de água.

1.3.1.3 Lúpulo

O lúpulo (*Humulus Lupulus*) é uma planta que pertence à ordem *Urticaceae*. Os componentes do lúpulo são o que conferem o amargor e o aroma à cerveja. O lúpulo é adicionado ao mosto no processo de fervura.

1.3.1.4 Levedura

Levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) é um fungo que converte açúcar e amido, através da fermentação, em dióxido de carbono e álcool, sendo amplamente utilizada na indústria alimentícia na produção de pães e diversas bebidas alcoólicas. No processo de

fabricação de cervejas, a levedura é adicionada após o processo de resfriamento do mosto, no balde de fermentação.

1.3.2 Os Processos

1.3.2.1 Brassagem

Com água e malte, pode-se iniciar o processo de brassagem. Durante esse processo, o evento principal é a sacarificação — conversão de moléculas do malte em açúcares fermentáveis. O cervejeiro pode ajustar a temperatura para ajustar o mosto a seu gosto e propósito ([PALMER, 2006](#)).

Existem vários métodos de brassagem, e o mais simples deles, o chamado Infusão de Temperatura Única, alcança ótimos resultados para vários tipos de cerveja. Neste método, o malte é misturado (infundido) com água quente para alcançar uma temperatura de sacarificação. A temperatura inicial da água depende da razão água-malte utilizada para a mistura (mosto). A temperatura de sacarificação — entre 65°C e 70°C, dependendo da receita — deve ser mantida no mosto por uma hora em média ([PALMER, 2006](#)).

O método de Infusão de Temperatura Programada é a utilização de um cronograma/programação de temperaturas determinadas em tempos determinados. Um programa comumente utilizado é com temperaturas a 40°C - 60°C - 70°C, com tempo de infusão de 30 minutos em cada temperatura. Essa programação de brassagem produz altos rendimentos e boa fermentação no mosto, e além desse programa específico, há vários outros programas, dependendo da receita ([PALMER, 2006](#)).

Há ainda o método de Brassagem por Decocção, que é uma forma de conduzir a infusão com temperaturas variadas. Nesse método, parte do mosto é retirado da panela de brassagem e fervida a parte. A forma tradicional e mais realizada é a tripla decocção, onde é realizado 3 ciclos de retirada/fervura do mosto ([PALMER, 2006](#)).

1.3.2.2 Fervura

A fervura do mosto tem algumas funções importantes na produção da cerveja, entre elas: esterilização do mosto, concentração do mosto e evaporação de substâncias indesejadas. É importante que durante a fervura do mosto a panela esteja destampada para garantir que as substâncias indesejadas sejam evaporadas. É na fervura que são adicionados lúpulos de amargor e de aroma. Lúpulos de amargor são adicionados no início da fervura, pois devem ferver junto ao mosto por pelo menos 60 minutos para conferir o amargor. Já os lúpulos de aroma são adicionados no fim da fervura, pois assim conferem mais aroma à cerveja ([LARA, 2018](#)).

No fim do processo de fervura, é realizado o processo chamado *whirlpool*, que é um redemoinho feito na panela. O objetivo desse processo é separar partículas sólidas

provenientes dos processos anteriores — depositando-as no fundo da panela —, pois não devem ser levados para o balde fermentador.

1.3.2.3 Resfriamento

Logo após o processo de *whirlpool*, ocorre o processo de resfriamento do mosto que tem por objetivo reduzir a sua temperatura da fervura (temperatura de ebulição) para a temperatura de inoculação do fermento (levedura). Antigamente, esse processo era realizado com trocadores de calor abertos. Isso apresentava o sério inconveniente da falta de higiene, pois deixava o produto exposto. Atualmente, esse processo é realizado por trocadores de calor fechados, como o de duplo tubo, por exemplo.

1.3.2.4 Fermentação

Após o resfriamento, o mosto é armazenado no balde de fermentação — onde é adicionado a levedura no mosto e ocorre a fermentação, que tem como principal objetivo a conversão dos açúcares em álcool e gás carbônico. Dessa forma, esse ingrediente é responsável pelo teor alcoólico do produto final.

1.4 Escopo

A fim de definir o escopo do projeto, foi utilizado a ferramenta de mapeamento de processos: SIPOC¹. Esta ferramenta é utilizada nos primeiros estágios de um projeto, pois possibilita um mapeamento, em grande escala, de todos os estágios do em termos das entradas e saídas.

O projeto buscará a automação do processo de fabricação da cerveja com 3 painéis, como mostrado na Figura 1. Baseado neste processo, a Tab. 1 apresenta o SIPOC desenvolvido na primeira etapa do projeto.

Para este projeto, o processo de fabricação de cerveja se inicia com o aquecimento da água na panela 1. Finalizado o aquecimento, a água é transferida para a panela 2 e se dá início ao processo de brassagem. A recirculação tem o objetivo de homogeneizar o mosto durante a brassagem. Finalizada a brassagem, o mosto é transferido para a panela 3 onde será feito o processo de fervura do mosto. Após o processo de fervura, ocorre o resfriamento: o mosto é transferido da panela 3 para o trocador de calor (processo de resfriamento) e, por fim, armazenado no balde de fermentação, onde acontece o processo de fermentação.

¹Sigla que significa *supplier* (fornecedor), *input* (entrada), *process* (processo), *output* (saída) e *client* (cliente).

Suppliers	Input	Process	Output	Client
	Água	Aquecimento (Panela 1)	Água na temperatura requisitada	Panela de brassagem
Fonte elétrica	Calor			
	Controle de rampa			
Panela 1	Malte	Brassagem & Recirculação (Panela 2)	Mosto	Panela de fervura
Panela de aquecimento	Água			
	Calor		Temperatura fixa ao longo da brassagem	
Fonte elétrica	Controlador de calor			
	Panela-Filtro			
	Filtro		Mosto homogeneizado	
	Bomba			
Panela 2	Mosto filtrado	Fervura & whirlpool (Panela 3)	Mosto fervido durante o tempo x	Panela de resfriamento
Cliente	Lúpulo			
Elétrico	Calor			
	Misturador			
Panela 3	Mosto	Resfriamento	mosto à temp. desejada	Balde de fermentação
Reservatório	Água		entre 30 e 16°C	
	bomba		Resfriamento em até 40min	
	Água	Limpeza	Painéis limpas	Painéis e conexões
			Mangueiras limpas	
			Bombas limpas	
	Válvula	Transferência entre painéis (Ocorre entre painéis)	Líquido com vazão	Painéis e conexões
Fonte elétrica	Bomba			
	Tubulação			

Tabela 1: SIPOC

A rotina de limpeza se dará antes do início e após o término do processo. Água será fervida e deverá passar por todo o sistema visando carrear os particulados e desinfetar o sistema.

Ao início do processo, alguns pontos não serão verificados ou executados pelo sistema. A adição de água será realizada manualmente pelo usuário na quantidade especificada pela receita. O sistema não será responsável pela aferição da qualidade ou quantidade de água inserida. O malte e outros insumos deverão ser colocados no devido local antes do início do processo. O malte será posto no filtro dentro da panela 2. Os outros insumos serão colocados em recipientes para futura liberação no momento da fervura (panela 3). Além disso, o cliente deverá colocar o balde de fermentação em seu devido local para receber o produto ao fim do processo.

1.5 Termo de Abertura do Projeto

Como forma de consolidar os pontos levantados, assim como levantar uma visão geral do projeto como um todo e alinhar os diversos envolvidos, o Termo de Abertura do projeto foi elaborado. Este documento está disponível no Apêndice A.

1.6 Partes interessadas

1.6.1 Equipe do Projeto

A equipe é formada por 15 membros, como mostrado nas tabelas do Apêndice [A.7](#).

1.6.2 Professores

A equipe de professores que avaliará o projeto é mostrada na Tab. [A.7](#).

1.6.3 Público Alvo

Entusiastas da fabricação de cerveja que já possuam conhecimento na área e queiram ter seu trabalho facilitado.

2 Requisitos

2.1 Requisitos do Sistema

Visando identificar e priorizar os requerimentos do projeto foi utilizado a ferramenta QFD (*Quality Function Deployment*)

Os requerimentos de um projeto representam características que influenciam no funcionamento do produto ou na preferência do cliente sobre ele. Através do QFD é possível visualizar a interação entre os requerimentos funcionais do sistema e os requerimentos do cliente.

O QFD apresentado na Tab. 2 utiliza, como requerimentos técnicos, os itens de entrada e saída do SIPOC (Tab. 1).

Requerimento técnico	Potência da fonte de calor	Temperatura do mosto	Controlador de rampa	Filtros	Bombas	Quantidade dos ingredientes	tubulação	Interface	Estrutura	Sensores
	w	70 - 100 °C	velocidade	x - y µm	Q	Kg	material		Volume	
Requerimentos dos clientes										
Qualidade (amargor, cor, aroma)	1	9	3	9	1	1	3	1	1	1
Ruído	1	1	1	1	9	1	1	1	1	1
Sinalização de Erros	1	1	1	1	1	1	1	9	1	9
Facilidade para limpeza	1	1	1	3	1	1	1	1	3	1
Portabilidade	3	1	1	1	3	9	3	1	9	1
Facilidade de manutenção	1	1	1	1	9	1	3	3	1	1
Durabilidade	1	1	1	3	9	1	3	1	9	1
Preço	3	1	*	9	9	3	3	3	9	9
Usabilidade	1	1	1	3	1	1	1	9	1	1
Total	13	17	10	31	43	19	19	29	35	25

Tabela 2: QFD

O valor total calculado é a soma das colunas das pontuações. As notas indicam a relação entre os requerimentos tais que, 1, 3 e 9 representam, respectivamente, baixa, média e alta relação. As notas finais indicam as prioridades técnicas para se cumprir os requisitos dos clientes.

Os requisitos do projeto estão listados abaixo:

2.1.1 Requisitos Funcionais

- Realizar quatro etapas da produção de cerveja de forma automática, sendo elas brassagem, fervura, *whirlpool* e resfriamento.
- Capacidade de selecionar o tipo de cerveja;

- Monitorar o estado do processo de fabricação;
- Realizar limpeza básica, com água fervente, de todos os componentes que entram em contato com o mosto, de maneira automática;
- Estimar do tempo necessário para o fim do processo.

2.1.2 Requisitos Não Funcionais

- Intuitivo e fácil de utilizar;
- Confiável;
- De fácil limpeza;
- De fácil manutenção;

2.2 Requisitos dos Subsistemas

2.2.1 Requisitos de Estrutura e Térmica

2.2.1.1 Requisitos Funcionais

- Estrutura deve sustentar a massa de todos os componentes estruturais e do produto sem deformação plástica;
- As resistências devem realizar as rampas de temperatura dentro dos parâmetros indicados nas receitas de IPAs e serem capazes de manter a temperatura ao longo do processo;
- Panelas devem sustentar os volumes necessários de mistura;
- Filtro deve reter as partículas de malte;
- Reservatório de calor deve ser suficiente para todos os tipos de cerveja propostos no projeto;
- Alimentação elétrica reserva para caso de falhas na rede de alimentação principal;
- Bombas e tubulação devem garantir vazão e pressão suficientes em todas as fases do processo;
- Trocador de calor com dimensões capazes de realizar o resfriamento proposto nas IPAs;
- Misturador deve realizar *Whirlpool*;

- Alocação dos componentes estruturais e eletrônicos do projeto;
- Alimentador de insumos deve sustentar a quantidade de insumos para todas receitas de IPAs;
- Todos componentes que entram em contato com o fluido devem sustentar a temperatura do fluido sem liberar substâncias tóxicas ou mudar de estado físico;

2.2.1.2 Requisitos Não Funcionais

- Desmontagem fácil para substituição de componentes;
- Possibilitar a limpeza completa dos componentes de forma manual;
- Componentes com material que não interfira na qualidade e confiabilidade da cerveja;

2.2.2 Requisitos do Sistema Embarcado

- O sistema fará aquisição dos seguintes sinais:
 - Temperatura;
 - Fluxo do fluido;
 - Nível do fluido;
- Com a aquisição dos dados do sensor de temperatura o sistema deverá realizar os ajustes de temperatura de acordo com as escalas propostas em cada etapa do processo para a obtenção do produto final;
- Com a aquisição dos dados do sensor de fluxo do fluido o sistema deverá realizar o controle de fluxo nas bombas e o controle das válvulas presentes no sistema;
- Com a aquisição dos dados do sensor de nível de fluido o sistema deverá detectar se o nível de fluido é o esperado para realizar os processos de cada etapa de produção da cerveja;
- Com a utilização do microprocessador o sistema deverá realizar a comunicação entre o usuário e a microcerveteria.

2.2.3 Requisitos de Software

2.2.3.1 Requisitos Funcionais

- Gerenciar os dados de temperatura dos sensores;

- Gerar *token* para usuário;
- Entrar com *token* para acessar *API* do microcontrolador;
- Gerenciar receitas;
- Visualizar processo de produção;
- Visualizar dados do processo atual;
- Gerenciar processo de limpeza;
- Gerenciar processo de produção da cerveja;
- Receber notificações.

2.2.3.2 Requisitos Não Funcionais

2.2.3.2.1 Confiabilidade

- O acesso a temperatura e tempo deve ser feito em tempo real afim do usuário ter uma melhor noção a respeito do processo.
- O aplicativo deve indicar a que momento o usuário deverá adicionar(ingredientes) ou retirar(resíduos) da máquina.
- Desde que o microcontrolador esteja ligado e conectado à uma rede de internet, o mesmo poderá ser acessado, podendo iniciar ou parar algum processo em andamento.

2.2.3.2.2 Usabilidade

- O aplicativo deve ter uma interface que deixe claro todas as funcionalidades, e que possibilite uma fácil utilização.

2.2.3.2.3 Portabilidade

- Para maior compatibilidade nos sistemas utilizaremos React Native, pois assim poderá ser acessado tanto em dispositivos Android quanto IOS, sem necessidade de implementação em linguagens diferentes.

2.2.3.2.4 Segurança

- Permitir que usuário se conecte ao microcontrolador por QRCODE.

2.2.3.2.5 Entrega

- A comunicação com microcontrolador deverá ocorrer através de JSON(JavaScript Object Notation), que é uma forma bem leve de comunicação para transporte de informações.

2.2.3.2.6 Implementação

- A linguagem a ser utilizada para desenvolvimento do app mobile na parte de Front-end será JavaScript. Utilizando a biblioteca React Native.

2.2.3.2.7 Interoperabilidade

- Dados das receitas como temperatura, tempo de aplicação, ingredientes e outros dados que necessitam ser guardados serão armazenados no microprocessador.

2.2.3.2.8 Manutenibilidade

- O código não pode ter alta complexidade para que possa ser facilmente mantido e evoluído.

2.3 Premissas e Restrições

Visando limitar o escopo do projeto, uma pesquisa de campo foi realizada (Apêndice G), levantando às seguintes restrições:

- Fabricação de 20L de produto final
- Cervejas da família das IPAs
- Custo do produto entre R\$ 3000,00 e R\$ 4000,00

Fora do escopo, estão listados as seguintes ações:

- Monitorar a qualidade da água utilizada.
- Inserir o malte no sistema.
- Verificar a quantidade e qualidade das matérias-primas.
- Retirar o malte ao fim do processo e realizar a limpeza do filtro.

- Medição das propriedades químicas do mosto.
- Alocar a matéria-prima para mais de um processo.

3 Solução

3.1 Solução geral proposta

A Figura 1 mostra o diagrama de funcionamento geral da solução proposta. A metodologia de produção utilizada será o de 3 painéis¹.

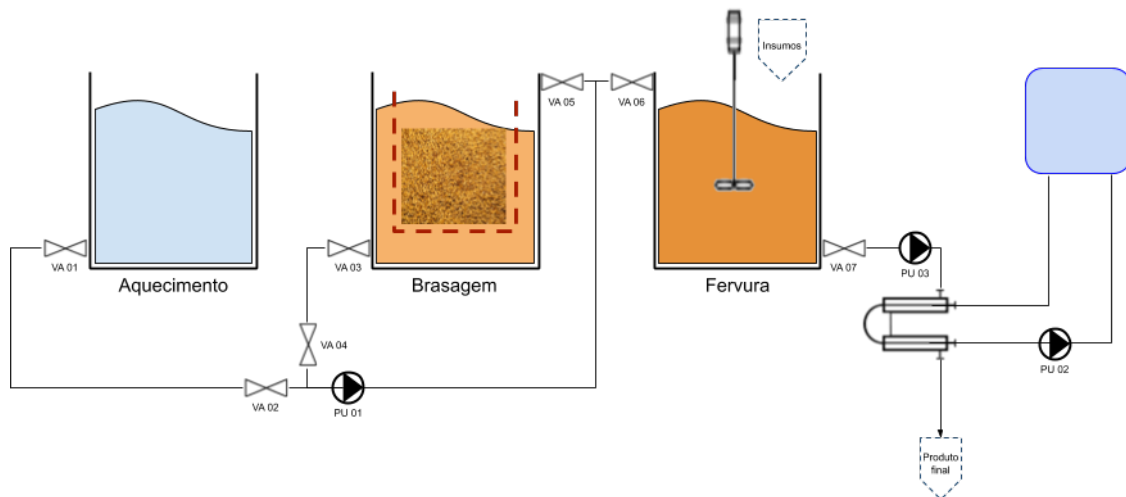


Figura 1 – Diagrama de funcionamento geral do sistema

As painéis de aquecimento, brasagem e fervura conterão, respectivamente, água, mosto e malte, e mosto. Serão aquecidas por resistências elétricas. Para controle do fluxo dos fluidos entre as painéis, serão utilizados bombas e válvulas hidráulicas. O resfriamento após a etapa de fervura será realizado por um trocador de calor por corrente cruzada. O fluido de resfriamento será armazenado em um recipiente próprio.

Os equipamentos necessários para a fabricação artesanal de cerveja são:

- **Bomba:** Utilizada para recirculação dos fluidos.
- **Fermentador:** Um balde de plástico de grau alimentício.

¹legenda do diagrama: PU = bombas, VA = válvulas.

- **Panelas:** Recipientes para conter os ingredientes. Podem ser feitos de aço inoxidável ou alumínio.
- **Termômetro:** Tal que possa ser imerso com segurança no mosto.
- **Válvulas hidráulicas:** Permitem a passagem no fluxo pela tubulação e seu direcionamento.
- **Misturador:** Pás acopladas a um motor visando sedimentar as partículas sólidas.
- **Trocador de calor:** Trocador de calor de tubo duplo em contrafluxo para rápido resfriamento do mosto.
- **Reservatório:** Local de armazenamento do líquido de resfriamento utilizado no trocador de calor.

3.2 Solução proposta dos Subsistemas

3.2.1 Solução Estrutural

A solução estrutural é apresentada na Fig. 2.

- Estrutura principal:

A estrutura principal irá suportar todos os componentes. Esta possui uma plataforma inferior para conter o trocador de calor, bombas e componentes eletrônicos. Também deverá ser capaz de suportar as três panelas em suas capacidades máximas e o reservatório do líquido de resfriamento. A arquitetura inicial da estrutura principal tem 1,9 m de comprimento, 0,4 m de largura e 0,5 m de altura, mas suas dimensões e materiais serão definidas na Fase 3 do projeto.

- Panelas:

Três panelas serão utilizadas, a primeira esquentará a água, para que ela já entre em contato com o malte, que está na segunda panela, na temperatura ideal, realizando a brassagem. Com a brassagem pronta, o mosto é bombeado para a terceira panela, onde acontece a fervura, e, após a fervura, o mosto vai para o resfriador. Inicialmente, as três panelas terão as mesmas dimensões, com 40 cm de diâmetro e 40 cm de altura, suportando um volume máximo de 50 L. Estima-se que metade do volume de água inicial é evaporado durante o processo, então, para 20 L finais de cerveja, são necessários 40 L de água, e foi adicionado um volume de 10 L extras para evitar derramamento de líquidos durante a fervura. O material inicial é o aço inoxidável, para evitar o comprometimento da qualidade da cerveja. O material e as dimensões serão revisados na Fase 3 do projeto.

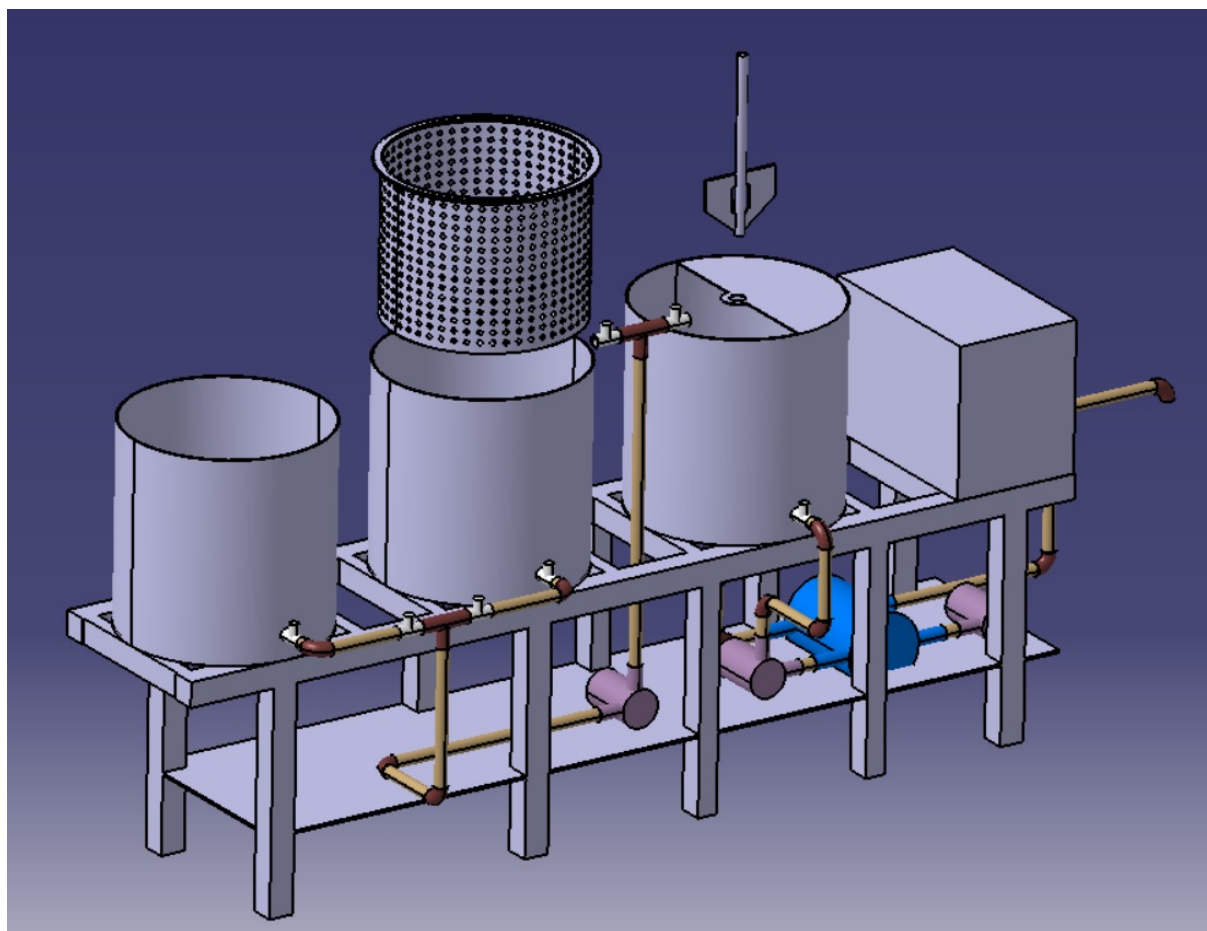


Figura 2 – Esquemático da estrutura do projeto

- Filtro:

Recipiente de aço inox para reter o malte. Este componente é encontrado à venda especificamente para este fim.

- Trocador de Calor

Esse elemento tem como propósito arrefecer de forma rápida o mostro da cerveja, a fim de que ele esteja na temperatura ideal para a etapa de fermentação. Os primeiros passos a serem observados no trocador de calor antes de seu dimensionamento termo-hidráulico consiste no estabelecimento dos seguintes requisitos:

- Especificação dos fluidos;
- Especificação das temperaturas ou faixas de temperaturas de entrada e de saída;
- Descarga dos fluidos;
- Restrição de tamanho e peso;

- Perda de carga;
- Materiais;
- Expansão térmica;

A especificação preliminar do trocador a ser empregado no projeto será feita com base nos trocadores de transferência direta já existentes que tenham apresentado resultado satisfatório nessa área, dando importância para que os fluidos utilizados tenham sido os mesmos. Após estas considerações o modelo do trocador terá suas opções estreitadas pelas considerações dos requisitos já citados, que irão influenciar a disposição geométrica, comprimento e diâmetro dos tubos utilizados, o número de trajetos dos tubos, etc.

Para trocadores de calor destinados ao arrefecimento do mosto da cerveja, os modelos mais utilizados são de imersão, de tubo duplo em contrafluxo e o de placas. Considerando todos esses requisitos e especificações, o grupo tem em vista utilizar o trocador de calor de tubo duplo em contrafluxo, visto a sua eficiência e a sua facilidade de manutenção.

No modelo escolhido podemos salientar que há três mecanismos de transferência de calor: do fluido interno até a parede interna por convecção térmica interna (Q_i), da parede interna a parede externa por condução térmica (Q_k) e da parede externa ao fluido externo por convecção térmica externa (Q_e).

Os fluxos de calor Q entre os fluidos quente e frio num trocador de calor de tubo duplo em contrafluxo podem ser escritos da seguinte forma:

$$Q = Q_i = A_i h_i (T_{m,i} - T_{p,i}) \quad (3.1)$$

$$Q = Q_k = \frac{A_k}{\Delta x} k (T_{p,i} - T_{p,e}) \quad (3.2)$$

$$Q = Q_e = A_e h_e (T_{p,e} - T_{m,e}) \quad (3.3)$$

$$Q = \frac{T_{m,i} - T_{m,e}}{\frac{1}{A_i h_i} + \frac{\Delta x}{A_k k} + \frac{1}{A_e h_e}} \quad (3.4)$$

$$Q = U A_e \Delta T_m \quad (3.5)$$

- Reservatório

Será projetado possuindo o volume necessário para realizar a troca térmica com o mosto após a etapa de fervura.

- Tubulação

A tubulação será feita com materiais, ou de PVC ou aço inox. A seleção dos materiais se dará baseado no custo final do produto.

- Misturador

Haste com aleta para agitar o mosto na panela de fervura. Movida por motor elétrico.

- Alimentadores de insumos

Recipientes que irão conter os insumos da etapa da fervura. Lúpulo, clarificante e outros dependendo da receita. Deverão ser capazes de conter e liberá-los no momento correto da fervura.

3.2.2 Solução do Sistema Embarcado

Este subsistema tem como objetivo a obtenção dos sinais provenientes dos sensores, o processamento apropriado desses sinais e seu diálogo com o aplicativo. Dessa forma sua estrutura pode ser dividida em três módulos: aquisição, atuação e comunicação.

Observando a Figura 3 é possível ter uma visão geral da solução proposta para o sistema embarcado, os principais componentes internos a cada um dos módulos e ter uma ideia do fluxo de trabalho proposto. Nos parágrafos seguintes é descrito de forma mais detalhada o funcionamento de cada um dos módulos.

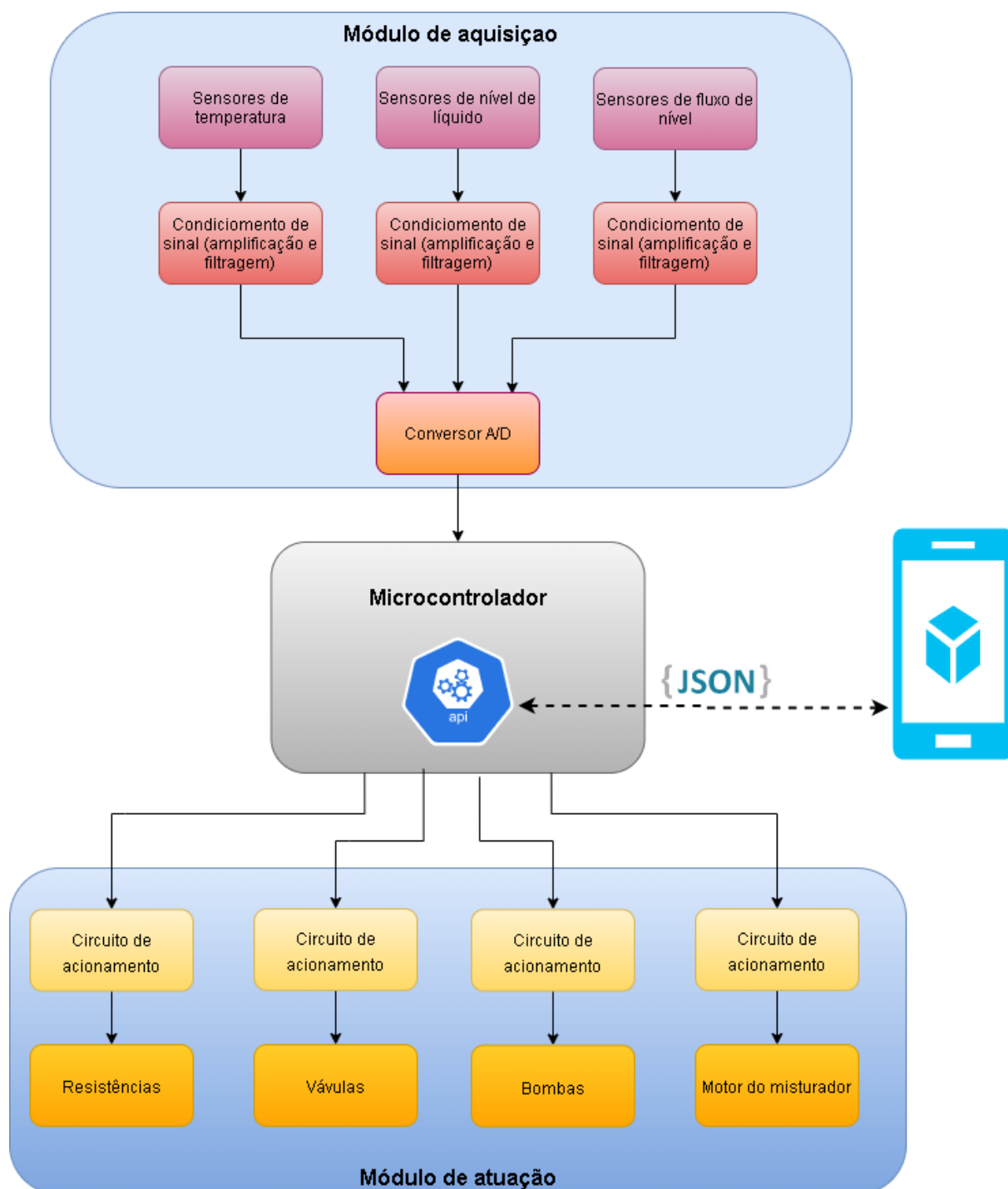


Figura 3 – Diagrama da Solução do Sistema Embarcado

3.2.2.1 Módulo do Sistema de Aquisição

O projeto proposto enquadra-se muito bem em problemas clássicos de instrumentação eletrônica, onde é necessário adquirir sinais de grandezas físicas através de sensores, condicionar tais sinais, processá-los e abstrair informações para então fazer tomadas de decisões. Sem o módulo de aquisição, todo o sistema torna-se completamente cego e inca-

paz de dar andamento a qualquer processo. O módulo de aquisição possui 3 frentes, isto é, faz a leitura e o condicionamento de 3 tipos de sinais: temperatura, nível de líquido e fluxo de líquido.

É através do constante monitoramento de temperatura que as curvas de aquecimento de cada um dos processos pode ser ajustada. No projeto proposto haverá um sensor de temperatura monitorando cada panela e associado a ele um circuito de condicionamento, isto é, um circuito que toma o sinal de saída do sensor e o torna inteligível ao microcontrolador, realizando etapas de amplificação e filtragem do sinal(O..., a).

O monitoramento de fluxo e nível de líquido têm funções muito similares e é através deles que pode-se verificar a ocorrência e o término da transferência de líquido entre as panelas. Por exemplo, um dos passos da produção de cerveja é transferir água da panela de aquecimento para a panela de brassagem. Uma vez iniciada a transferência do líquido é necessário saber o seu término para então iniciar o próximo processo sem perda de produto. Isso só é possível pelo monitoramento de fluxo e nível de líquido.

Os sensores de fluxo são instalados nas válvulas e estimam o volume de líquido que passa naquele ponto da tubulação num intervalo de tempo regular. Já os sensores de nível são instalados nas panelas e estimam o volume de líquido no recipiente naquele instante. Os sinais de ambos os sensores também passarão por etapas de condicionamento (amplificação e filtragem) a fim de serem interpretados pelo microcontrolador. Ambos os tipos de sensores cumprem basicamente a mesma função, porém optou-se por utilizar os dois em conjunto pela robustez e maior precisão que essa redundância proporciona(OS...,).

3.2.2.2 Módulo do Sistema de Atuação

Quando falamos em facilitar os processos produtivos, estamos querendo um sistema otimizado no sentido de produzir itens com menor custo, menor tempo, maior quantidade e maior qualidade. É nesse sentido que a utilização de atuadores se faz necessária, pois sua aplicação está diretamente ligada ao controle e otimização de processos produtivos. Eles são equipamentos utilizados para conversão de sinais elétricos derivados dos controladores, em operações requeridas pelos sistemas que estão sendo controlados. Assim, as soluções propostas para esse módulo devem observar os seguintes atuadores(BRAGA,):

- Bombas

Esse elemento tem como propósito realizar a transferência e recirculação dos fluidos entre as panelas e através do trocador de calor, este por sua vez tem como objetivo arrefecer o mosto para obtenção do produto final.

- Motor

Esse componente é parte fundamental do misturador, que nada mais é que um conjunto entre um motor e um eixo com pás, que tem como propósito sedimentar as partículas sólidas dos insumos vindos do processo de fervura.

- Válvulas

As válvulas solenoides, que são dispositivos eletromecânicos usados para controlar o fluxo de líquidos ou gases, serão utilizadas para o controle do fluido pela tubulação do sistema([SOLENOID...](#),).

- Resistência de Aquecimento

A resistência elétrica é um condutor que com a variação de corrente elétrica varia sua dissipação de energia em forma de calor. Dessa forma poderemos controlar a temperatura do fluido pela dissipação de calor desse condutor([HEATER...](#),).

- Relés

Os relés de estado sólido são dispositivos eletrônicos usados para o chaveamento de cargas resistivas ou indutivas. Dessa maneira os relés vão servir para acionar as bombas, motores e resistências de aquecimento([O...](#), [b](#)).

3.2.2.3 Módulo do Sistema de Comunicação

O microcontrolador não é responsável apenas por processar os dados dos sensores e acionar atuadores, ele também é responsável pela comunicação com o usuário. Utilizando o aplicativo, o usuário deve ser capaz de escolher uma receita de cerveja, dar início à produção e monitorar cada processo do preparo remotamente. O aplicativo, por sua vez, envia e recebe todas essas informações através do consumo de uma API (Application Programming Interface, ou Interface de Programação de Aplicações). Tal API nada mais é que uma interface que recebe e envia informações através de requisições HTTP feitas pelo aplicativo do usuário. A fim de tornar essa comunicação possível o microcontrolador deve-se utilizar de um módulo wifi, seja ele já integrado à placa (como é por exemplo o caso da Raspberry 3) ou acoplado à mesma (como no caso da MSP430).

3.2.2.4 Módulo do Sistema de Alimentação

O nobreak é uma fonte ininterrupta de energia, um aparelho de extrema utilidade para o processo, sendo capaz de manter equipamentos dependentes de energia elétrica em funcionamento por um certo período, durante a falta ou queda de energia. No caso desse projeto, o nobreak irá garantir a fabricação já iniciada da cerveja mesmo quando houver

essas adversidades, para que o cliente não tenha prejuízos com os materiais que já haviam sido iniciados no processo.

De forma geral, a maioria dos nobreaks são constituídos por um retificador, que irá transformar a energia de rede CA para CC, que alimenta um banco de baterias, as quais fornecem energia quando a rede elétrica apresenta falhas, passando em sequência por um inversor que irá transformar a onda de saída no nobreak novamente em CA.

Uma das possíveis classificações para o nobreak é quanto ao seu modo de funcionamento, onde podem-se observar três tipos: o Off-line, o Interativo e o Online dupla conversão. O Off-line também é conhecido como Short Breaks, sua característica é não fornecer energia ininterrupta, ou seja, quando ocorre a queda de energia há um delay de tempo até as baterias começarem a fornecer energia ao sistema, portanto esse modelo não é confiável para todos os tipos de equipamentos. No modelo Interativo, a energia provém tanto da linha como da rede, diminuindo o delay existente no modelo off-line, mas ainda assim existindo um delay. O modelo Online são considerados os mais confiáveis, pois sua energia é proveniente totalmente do banco de baterias.

Por ser o mais confiável, o modelo de Nobreak Online Dupla Conversão foi o optado para ser dimensionado no projeto. Utilizando duas conversões de energia de CA/CC e CC/CA, em que o primeiro estágio é a retificação operando como conversão de tensão alternada para contínua e o segundo estágio é o inversor, que converte de tensão contínua para alternada na saída do nobreak ([APOLINÁRIO, 2017](#)). A ideia desse sistema é que o fluxo de potência passe pelo retificador gerando o link CC, carregando as baterias e passando pelo inversor alimentando a carga. A saída irá ter como preferencial a tensão do inversor, utilizando a rede como reserva, para quando interrupção da rede elétrica não provoque a ativação da chave de transferência. A chave de transferência ou chave estática só será acionada quando houver alguma anormalidade no inversor, como sobrecarga ou curto-circuito na saída do nobreak ([BARBIAN, 2013](#)).

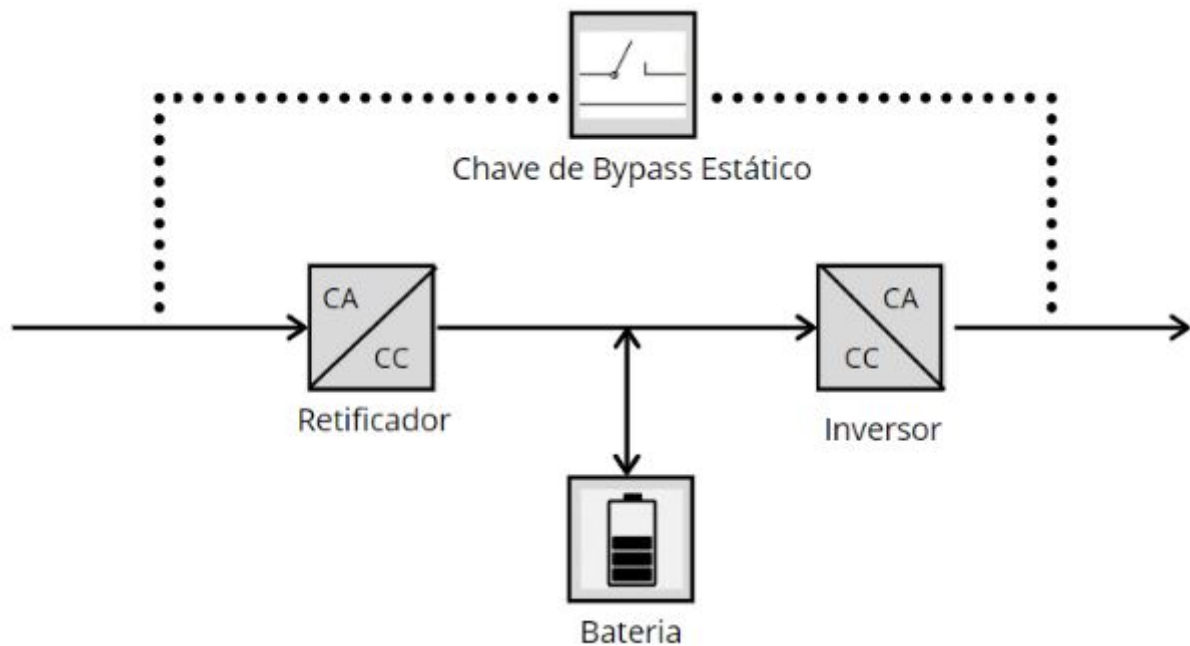


Figura 4 – Diagrama do Nobreak Online Dupla Conversão

3.2.3 Solução de Software

A área de software será responsável pela interação da Micro-cervejaria com o usuário, essa interação será feita por meio de duas aplicações distintas, sendo eles um aplicativo *Mobile* e também uma *Skill* para a Alexa. Ambas aplicações vão se comunicar com a Micro-cervejaria por meio de uma API-Rest.

O aplicativo será responsável pelo controle do funcionamento e monitoramento do produto, visando aumentar a acessibilidade e a comodidade do usuário para utilizar o sistema, desta forma, qualquer usuário que tiver acesso a um *smartphone* poderá instalar o aplicativo.

A Alexa (BHARGAVA, 2018) é um serviço de voz baseado em nuvem da Amazon que permite aos usuários interagirem com tecnologias do dia a dia por meio de uma experiência com vozes naturais.

Uma *skill* da Alexa pode funcionar tanto como um modelo de interação por meio de voz, como também com uma lógica por aplicativo, ao receber uma instrução a Alexa processa esta fala do usuário e determina qual foi a solução e se esta solicitação possui alguma lógica implementada para realizar uma função específica.

Assim como o aplicativo a Alexa será uma outra opção de controle e monitoramento do sistema para o usuário, como uma forma também de melhorar a acessibilidade facilitando o uso para usuários que não possam utilizar aplicativos *mobile*.

3.2.3.1 Arquitetura da Solução

O aplicativo será criado para facilitar o controle de processos da microcervejaria. Dentre as metas e restrições arquiteturais se encontram:

- Será criado um aplicativo mobile;
- O sistema será desenvolvido em uma tecnologia híbrida para que possa atender os sistemas android e ios com um menor custo e prazo;
- A aplicação deverá consumir uma API para se comunicar com o microcontrolador;
- O aplicativo será desenvolvido utilizando a linguagem React Native;

Dentre as metas e restrições arquiteturais da *Skill* da Alexa estão:

- A *Skill* será desenvolvida utilizando como linguagens Node.js e Python;
- Se comunicará com a microcervejaria por meio de requisições feitas com a API do sistema;

3.2.3.2 Visão Lógica

Para o aplicativo, o padrão arquitetural utilizado será o *MVC*(*Model* - *View* - *Controller*) que é um padrão separado em três camadas interconectadas e tem como objetivo separar a apresentação dos dados e interação com o usuário dos métodos que interagem com o banco de dados. Estas camadas são:

- **Model:** Esta camada responsável pela modelagem e definição dos dados , nela são mapeados as entidades da aplicação, seus atributos e suas regras de negócio;
- **View:** Esta camada é responsável pela exibição dos dados e pela interface, é nesta camada que o usuário vai interagir com o sistema e sua implementação será por meio do React Native;
- **Controller:** Esta camada é a responsável pela manipulação dos dados definidos na *Model*, o usuário envia uma requisição através da *View*, esta camada realiza as operações e mudanças necessárias e retorna para a *View* para que o usuário possa receber o resultado desta operação;

Além disso será utilizada também uma arquitetura cliente - servidor para fazer a comunicação do aplicativo com o microcontrolador. Ambos devem estar conectados em uma mesma rede local para poderem interagir, os atores desta interação são:

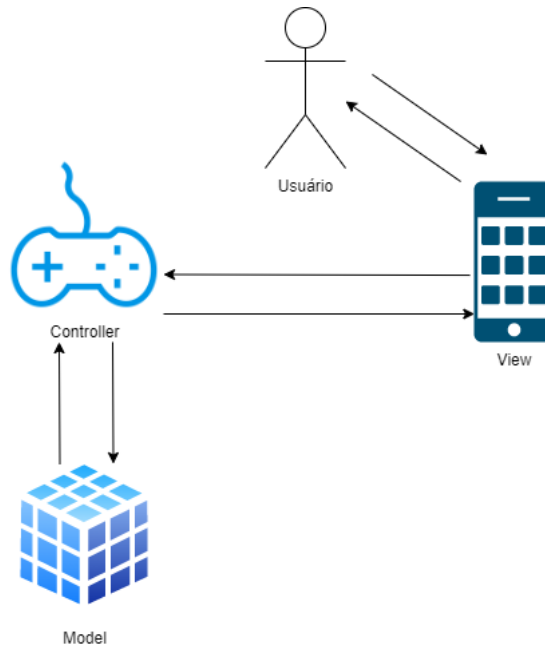


Figura 5 – Representação arquitetural do padrão MVC

- **Cliente:** O Cliente seria o aplicativo mobile desenvolvido, e ele é o responsável por ser a interface de comando do usuário com o servidor.
- **Rede:** Para realizar esta comunicação ambos estariam conectados em uma rede de internet para que assim consigam se comunicar e transmitir seus dados.
- **Servidor:** O microcontrolador funcionará como o servidor da aplicação, ele reunirá os dados transmitidos pelos diversos sensores da microcervejaria e disponibilizaria estes dados por meio de uma API Rest.

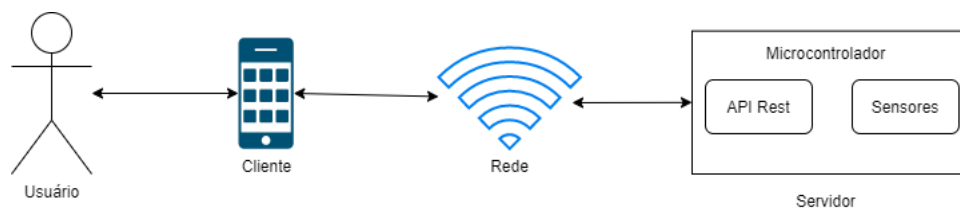


Figura 6 – Representação arquitetural do padrão Cliente-Servidor

3.2.3.3 Visão de Implantação

O sistema pode ser representado por uma arquitetura em camadas, na qual a camada de cima atua como cliente da camada logo abaixo e as interações entre elas são feitas por meio de chamadas de funções. O sistema foi estruturado em três camadas, são elas:

- **Camada de apresentação:** É onde ocorre a interação do usuário pelo aplicativo ou pela Alexa.
- **Camada de negócios:** É a API que realizará uma comunicação direta com o sistema de controle e com o banco de dados.
- **Camada de persistência:** Será o banco de dados responsável pelo armazenamento e recuperação dos dados quando solicitados.

A comunicação entre a aplicação e a microcervejaria será feita através de uma API Rest via rede LAN-Wireless. A API será disponibilizada pelo próprio microcontrolador. A figura 40 representa uma visão geral dos módulos do sistema.

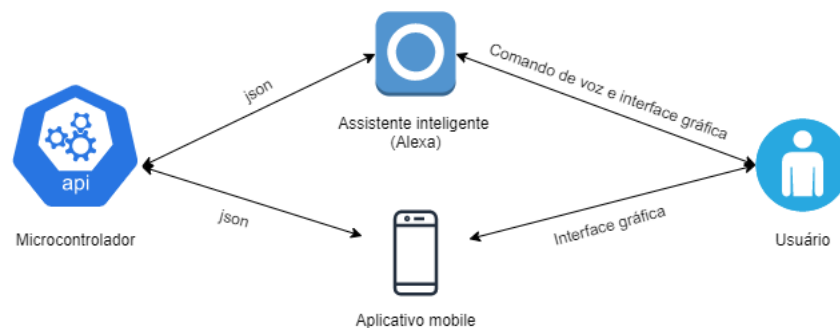


Figura 7 – Representação dos módulos do sistema

3.2.3.4 Visão de Dados

Como forma de melhorar a compreensão a respeito da modelagem do banco de dados foi elaborado um Diagrama Entidade Relacionamentos e um Diagrama Lógico que podem ser observados nas figuras 8 e 9

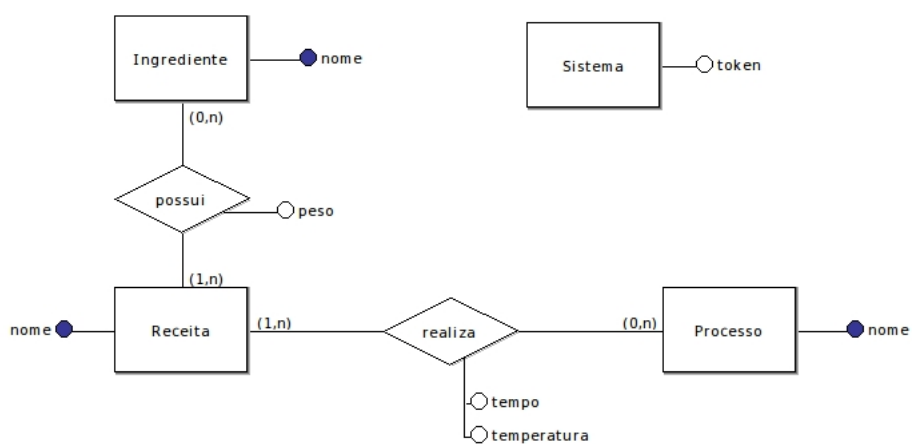


Figura 8 – Diagrama Entidade Relacionamento

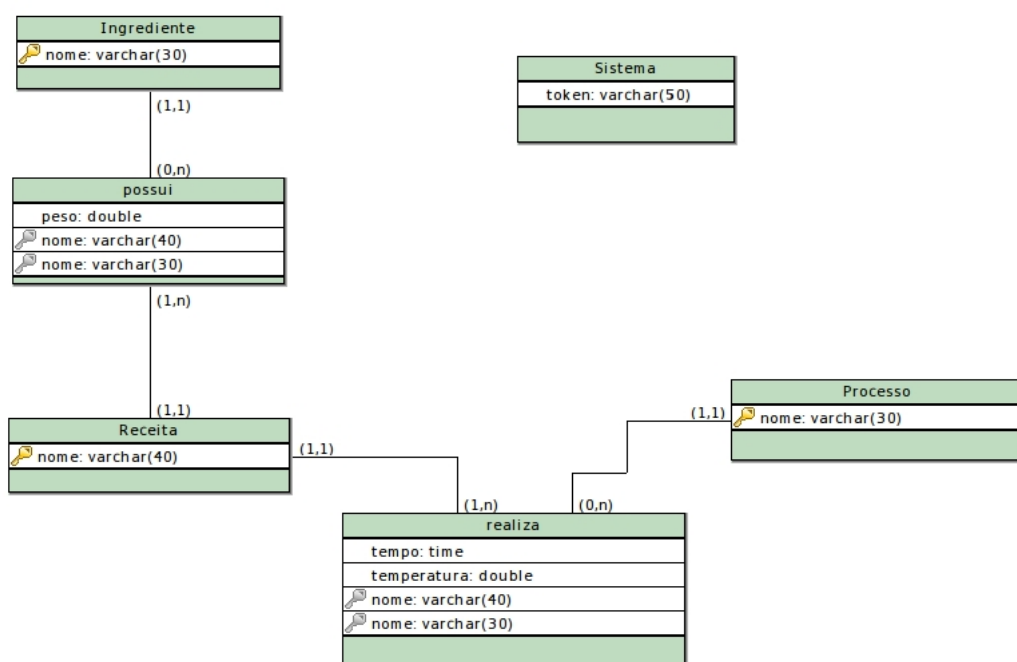


Figura 9 – Diagrama Lógico dos Dados

4 Gerenciamento do Projeto

4.1 Metodologia

Este tópico tem como objetivo demonstrar as ferramentas e metodologias utilizadas para gerenciamento do projeto e como será feito.

Foram utilizadas três metodologias diferentes para o desenvolvimento do projeto, sendo estas o RUP(Rational Unified Process) para o levantamento dos documentos que serão necessários para o projeto e no tempo de execução de cada fase, o SCRUM para planejamento das atividades semanais e o Kanban para acompanhamento e monitoramento de cada atividade.

4.1.1 RUP

A maior parte dos planos de gerenciamento desenvolvidos utilizaram como base o PMBOK ([Project Management Institute, 2013](#)), esta metodologia foi adotada com base nos próprios critérios do projeto descritos no plano de ensino da disciplina a respeito das entregas e artefatos a serem desenvolvidos ao longo do tempo, e além disso foi utilizado também como uma forma de auxílio para o gerenciamento do projeto como um todo. Os documentos desenvolvidos cobrem as áreas de gerenciamento de recursos humanos, cronograma, riscos, custos e comunicação.

Para fazer a concepção da ideia inicial e utilizar como base para outros documentos, foi elaborado o Termo de Abertura do Projeto (Apêndice [A](#)). Nele foi levantado uma visão geral de toda a equipe sobre o produto, e resumiu alguns custos iniciais, requisitos e a organização da equipe em si.

Para a elaboração de um escopo geral foi realizado uma EAP (Figura [12](#)), esta EAP deu uma visão geral dos entregáveis de cada área para que o projeto pudesse ser considerado concluído, e a partir destes entregáveis cada subárea pode levantar melhor seus requisitos.

Na gerencia de recursos humanos (Apêndice [D](#)) foi realizado um Quadro de Conhecimento para cada subárea para identificar o nível de conhecimento atual dos membros para assim facilitar a alocação para as atividades.

Outras questões como a comunicação, custos e gerenciamento de riscos serão trabalhados mais abaixo no documento.

4.1.2 Scrum Adaptado

De acordo com (SCHWABER; SUTHERLAND, 2018), o Scrum é um *framework* para desenvolver, entregar e manter produtos complexos e ainda assim entregar produtos de maneira mais criativa e produtiva. Ele é uma metodologia ágil para gestão e planejamento de projetos, e de uma maneira mais escalar, ou seja projetos sempre dispostos a mudanças. É uma metodologia bastante adaptável pois possui uma série de conceitos e rituais nas quais o time pode optar por aqueles que se encaixem mais nos valores e necessidades da empresa, e o principal valor do Scrum é levar as pessoas acima de ferramentas ou técnicas.

Alguns dos recursos utilizados pela equipe foram:

- **Sprint:** A sprint vai possuir uma duração de 7 dias e é utilizada para garantir a entrega contínua do projeto.
- **Planejamento:** Durante esta reunião será determinado o que vai ser entregue na sprint e quem serão os responsáveis por cada atividade.
- **Revisão da Sprint:** O objetivo desta reunião é verificar no final da sprint o que foi feito, o que não foi feito e se não foi feito o motivo para isso.
- **Retrospectiva da Sprint:** O objetivo deste ritual é verificar aquilo que deu certo e errado na semana e verificar o que poderia ser feito para melhorar e ser implementado na próxima

4.1.3 Kanban

Segundo (BERNARDO, 2014), Kanban é uma palavra japonesa e seu significado literal é “cartão” ou “sinalização”. É um método para a implantação de mudanças que não prescreve papéis ou práticas específicas. Em vez disso, oferece uma série de princípios que buscam melhorar o desempenho e reduzir desperdício, eliminando atividades que não agregam valor para a equipe. Este método foi utilizado para a organização, planejamento e rastreabilidade das atividades do projeto. Para aplicarmos esse método utilizamos a ferramenta *Teams*. Nosso Kanban é constituído por 5 fases, sendo estas:

- **Backlog:** Todas as atividades necessárias para serem entregues neste marco.
- **Fazendo:** Após a atividade ser alocada e um membro inicia-la, a atividade entra neste quadro até que esteja pronta para revisão.
- **Em Revisão:** Após uma atividade ser concluída, sendo código ou documentação, a atividade entra nesta fase para que algum membro do grupo revise e aprove ou solicite alguma alteração.

- **Passando para o Latex:** Nesta fase a atividade já foi revisada, e caso seja uma atividade de documentação, este documento já está presente no relatório.
- **Finalizada:** A atividade entra neste quadro quando está completa, em caso de documentação, já esta presente no relatório, e em caso de código ou outro tipo de atividade, já foi revista e aprovada.

Para ilustrar melhor o funcionamento de nosso Kanban, observe a figura 10.

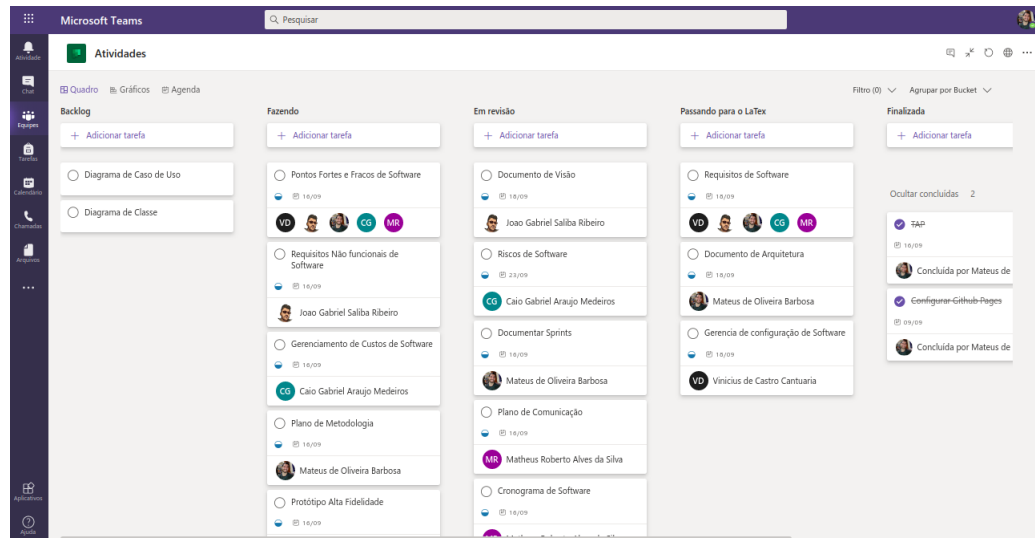


Figura 10 – Exemplo do Kanban do Projeto

4.2 Organização da Equipe

O planejamento de recursos humanos do projeto teve início com a divisão do projeto em três subgrupos: estruturas e termodinâmica, automação e software. A equipe é formada por 15 pessoas e a distribuição dos membros para cada equipe deu-se em função do curso de cada membro, seguindo o seguinte padrão: membros dos cursos de aeroespacial, automotiva e energia pertencem ao subgrupo de estruturas e termodinâmica; membros do curso de eletrônica pertencem ao subgrupo de controle; e os membros de software pertencem ao subgrupo de software.

Para explicar a alocação dos recursos humanos, com as competências técnicas de cada membro em suas áreas, foi feito um plano de Recursos Humanos, disponível no Apêndice D, e na Figura 11 é apresentada a distribuição de membros em cada subgrupo.

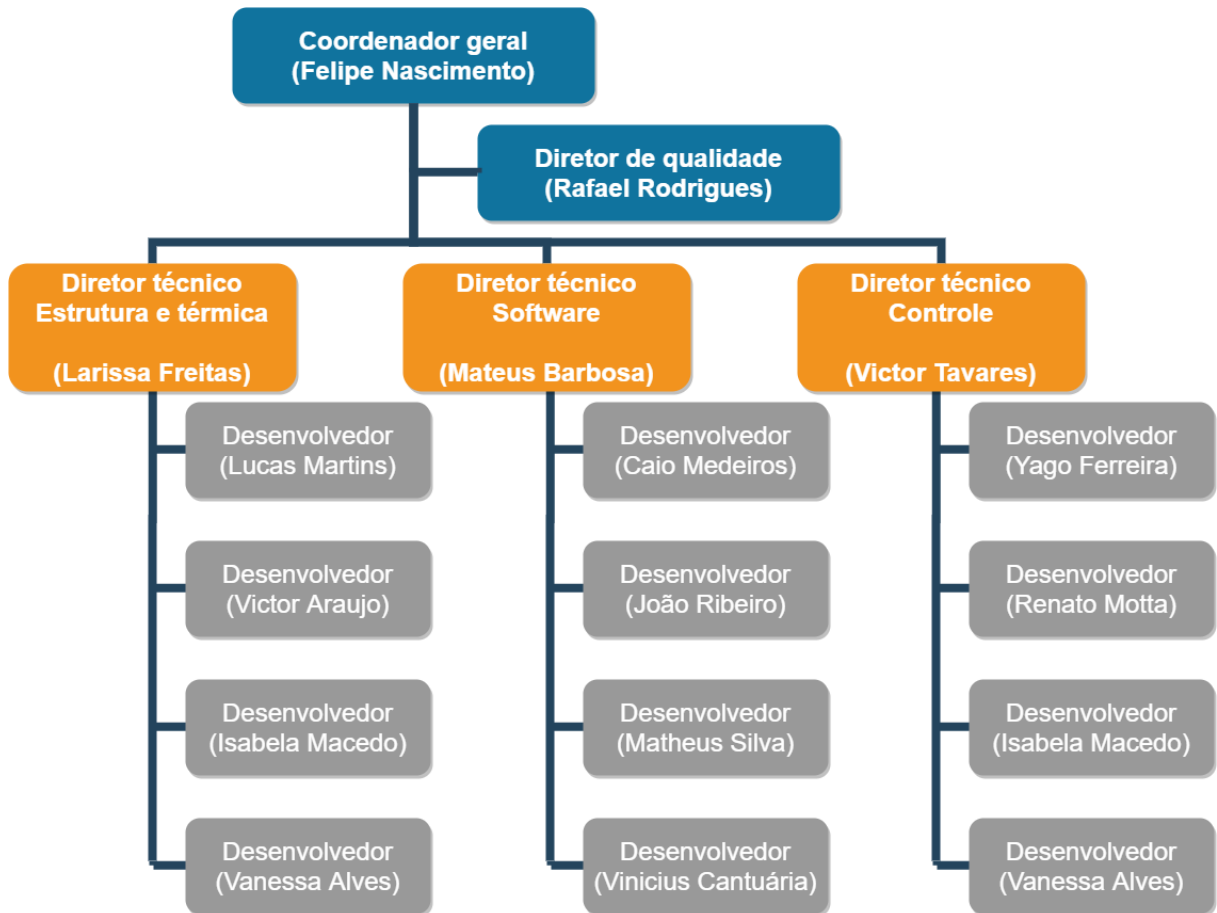


Figura 11 – Organização da equipe

Para compreender qual o escopo geral do projeto, assim como os entregáveis necessários de cada subgrupo foi elaborado uma Estrutura Analítica do Projeto(EAP), (Figura 12) nesta estrutura temos as principais atividades e responsabilidades de cada subgrupo.

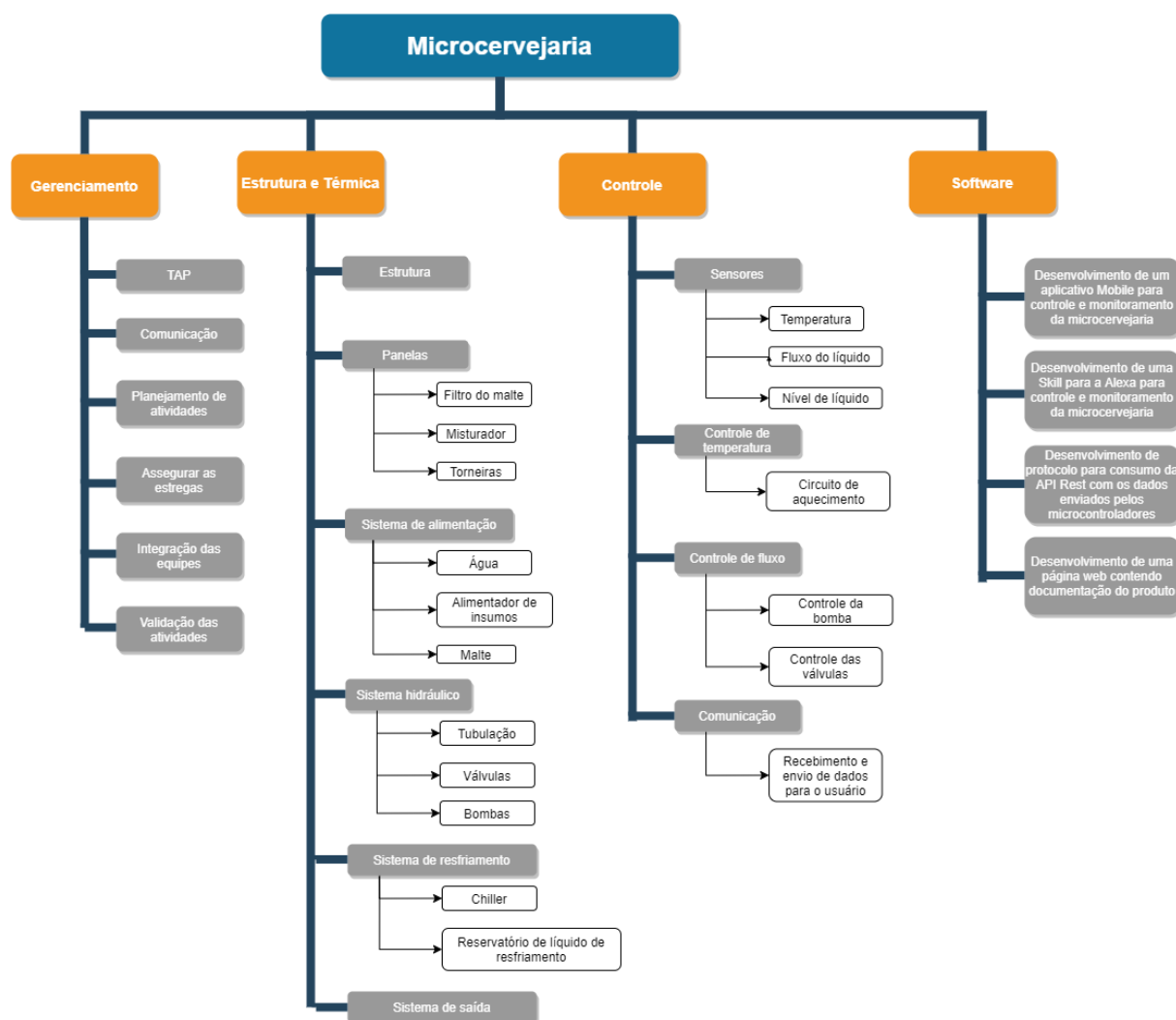


Figura 12 – Estrutura Analítica do Projeto

4.3 Custos

4.3.1 Estrutura

Com base no escopo definido, bem como nos requisitos, foram listados os seguintes equipamentos indispensáveis para o projeto. Seus valores foram definidos por meio de pesquisa de mercado. A média de valor foi resultante de três orçamentos realizados em lojas diferentes, em busca do melhor valor e qualidade, todos os valores já estão com frete incluso. Como estamos em fase inicial do projeto, o orçamento pode sofrer alteração por valor, quantidade de materiais utilizados e peças pequenas, como parafusos, pregos, encaixes e porcas.

Peça	Média de Valor	Quantidade Estimada	Total
Panelas	R\$ 167,29	3	R\$ 501,87
Bomba	R\$ 349,82	2	R\$ 699,65
Misturador	R\$ 96,40	1	R\$ 96,40
Torneira	R\$ 199,68	1	R\$ 199,68
Mangueira	R\$ 38,84	3 metros	R\$ 116,52
Filtro para Malte	R\$ 131,41	1	R\$ 131,41
Balde Fermentador	R\$ 29,44	1	R\$ 29,44
Válvulas	R\$ 246,54	2	R\$ 493,08
Tubos	R\$ 32,90	15	R\$ 439,50
Conexões	R\$ 33,16	21	R\$ 696,36
Total	-	-	R\$ 3404,91

Tabela 3: Tabela Custos Estruturais

4.3.2 Sistema Embarcado

Peça	Média de Valor	Quantidade Estimada	Total
Sensor de Temperatura	R\$84,45	3	R\$ 253,35
Sensor de Fluxo	R\$109,19	3	R\$ 327,57
Sensor de Nível	R\$146,27	3	R\$ 438,81
Microcontrolador/Microprocessador	R\$209,23	2	R\$ 418,46
Válvulas	R\$249,71	5	R\$ 1249,55
Resistência Elétrica (Aquecimento)	R\$125,38	3	R\$ 376,14
Motor	R\$135,45	1	R\$ 135,45
nobreak	R\$ 743,41	1	R\$ 743,41
Total	-	-	R\$ 3942,75

Tabela 4: Tabela Custos Eletrônica

4.3.3 Software

Para o detalhamento das justificativas e cálculos realizados para atingir estes custos da produção do Software, foi elaborado um Plano de Gerenciamento de Custos (Apêndice E), estes custos foram feitos considerando a cobrança os gastos que se teriam com recursos humanos e outros custos como internet e energia, que no caso deste projeto por se tratar de uma disciplina da faculdade os alunos estariam arcando com a internet e energia, e as horas trabalhadas para o custo dos recursos humanos seriam as horas dedicadas para a disciplina.

Recurso	Custo
Recursos Humanos	R\$ 15505,00
Internet	R\$ 399,50
Energia	R\$ 673,20
Ferramentas	R\$ 0,00
Dispositivo Echo Dot	R\$ 299,00
Total	R\$ 16876,70

Tabela 5: Tabela Custos de Software

A estimativa total do projeto é R\$ 16876,70 + 10% (Taxa de risco) = R\$ 18564,30

4.4 Tempo

4.4.1 Cronograma

As Figuras 13, 14 e 15 mostram o cronograma planejado para o projeto dividido em três pontos de controle. Até o presente momento, o cronograma da Figura 13 foi realizado.

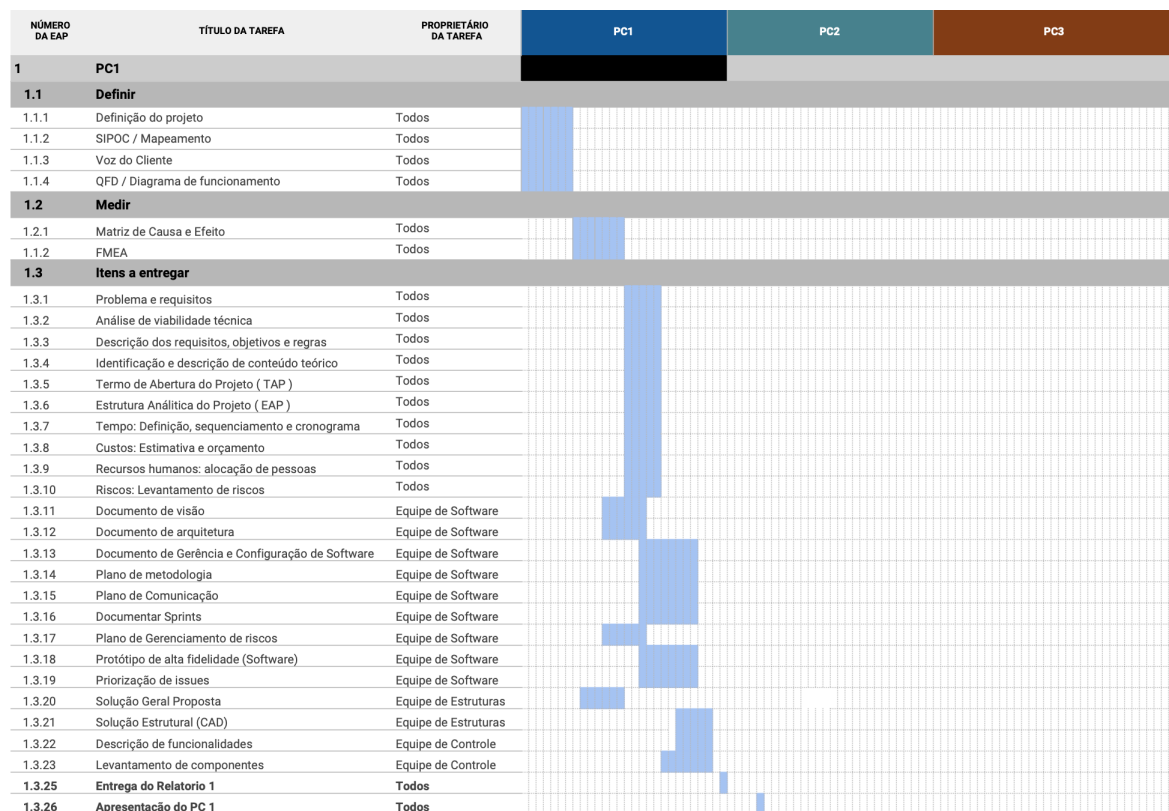


Figura 13 – Cronograma do ponto de controle 1

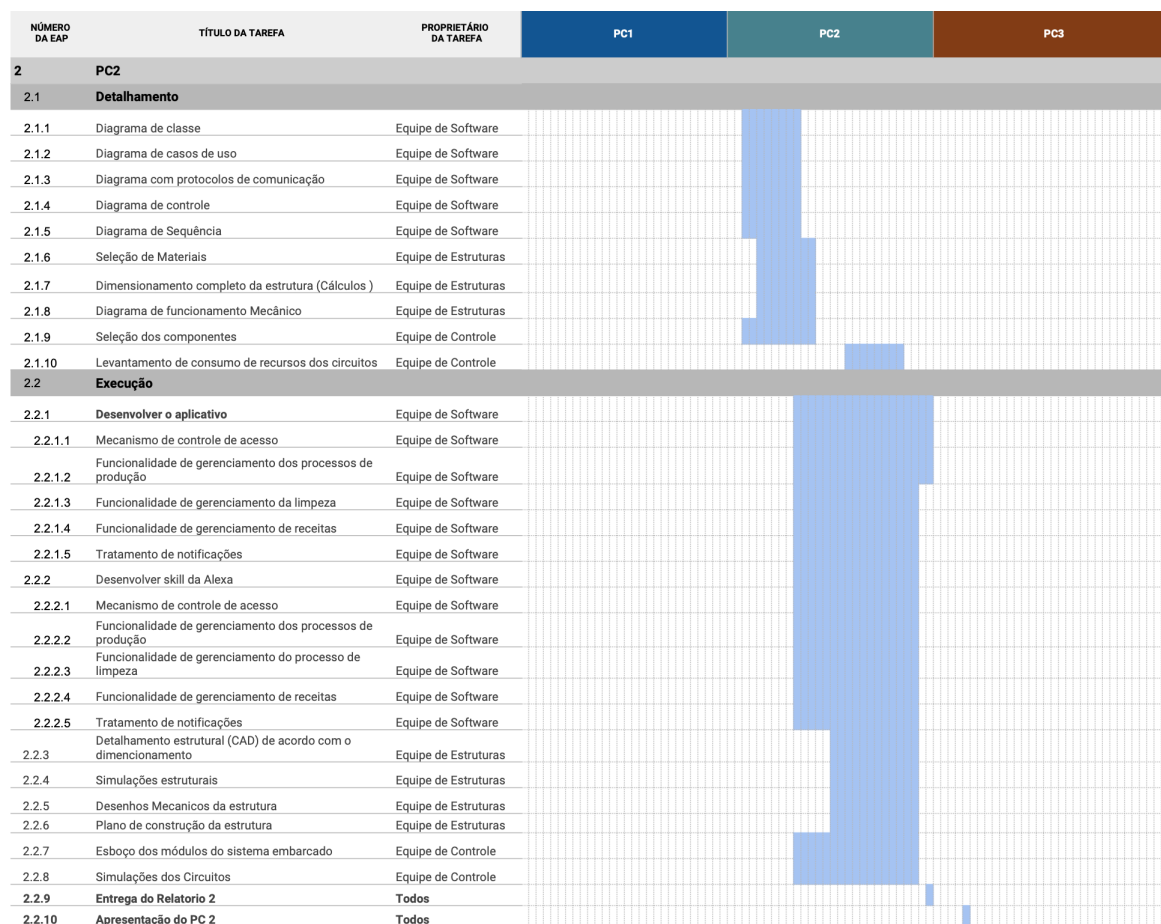


Figura 14 – Cronograma do ponto de controle 2

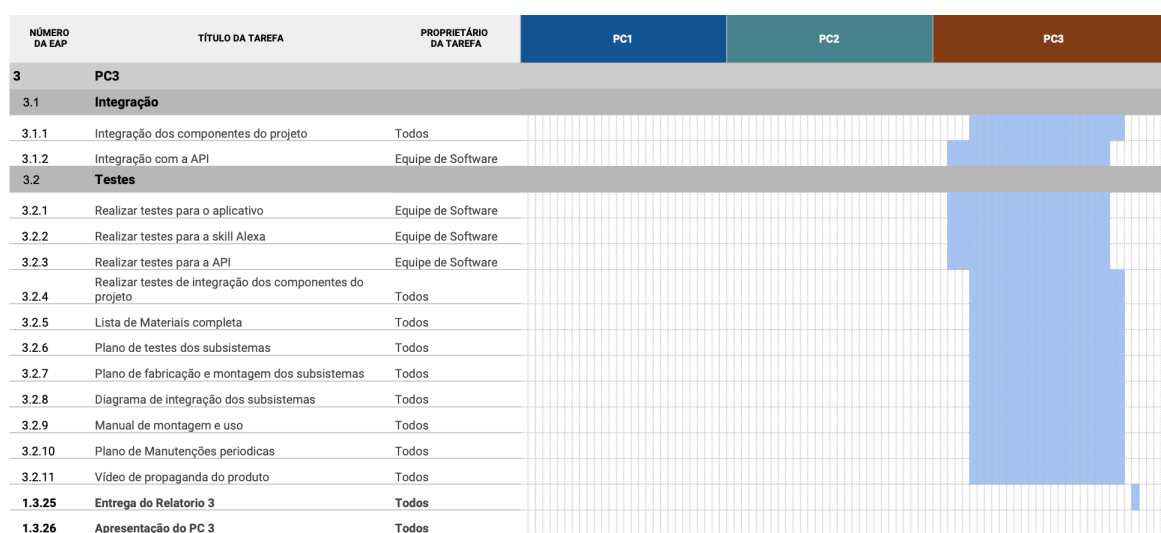


Figura 15 – Cronograma do ponto de controle 3

4.5 Comunicação

Com o objetivo de relatar a comunicação entre os membros da equipe de desenvolvedores do projeto Microcervejaria e interessados, foi feito o Gerenciamento da Comunicação do Projeto.

Segundo ([Project Management Institute, 2013](#)), o Gerenciamento da Comunicação do Projeto busca assegurar que toda a informação do projeto, incluindo planos de projeto, avaliações de risco, anotações e etc, sejam coletadas e documentadas. Este processo também assegura que a informação seja distribuída e compartilhada com as partes interessadas apropriadas. Garante também que a informação de um projeto encerrado seja arquivada e usada como uma referência para futuros projetos, na forma de "informação histórica".






Ferramenta	Descrição
	Telegram - Utilizado para comunicações entre a equipe de desenvolvimento do projeto.
	Google Drive - Usado para compartilhamento e armazenamento de documentos e arquivos do projeto.
	Google Meet - Utilizado pela equipe de desenvolvimento e de gestão para realização de reuniões.
	Microsoft Teams - Utilizado pela equipe para comunicação com os professores e para o kanban.
	GitHub - utilizado para produção dos artefatos do projeto e o versionamento de código.

Tabela 6: Ferramentas de comunicação

Devido a pandemia todas as reuniões estão sendo feitas de forma remota, com a utilização das ferramentas listadas na Tabela 6, e na Tabela 7 são apresentadas as reuniões que as equipes realizam durante a semana.

Objetivo	Envolvidos	Frequência	Horário
<i>Sprint</i> de Software	Equipe de software	Quarta	16:00-18:00
<i>Daily Scrum</i> de Software	Equipe de software	Segunda e Sexta	19:00-19:15
Reunião de Estruturas	Equipe de Estruturas	Quarta	16:00-18:00
Reunião de Controle	Equipe de Controle	Quarta	16:00-18:00
Alinhamento de Controle	Equipe de Controle	Segunda	18:00-20:00
Reunião dos Diretores	Diretores e Gerente	Terça	16:00-18:00
Alinhamento dos grupos	Todos os integrantes do projeto	Sexta	14:00-18:00

Tabela 7: Agenda de reuniões

A comunicação externa diz respeito a interessados pelo projeto que não estão envolvidos com o mesmo. Neste contexto a equipe interessados os professores Alex Reis, Ricardo Matos Chaim, Rhander Viana, Jose Felicio da Silva, Paolo Gessini. O contato é feito por meio da aplicação [Microsoft Teams](#).

Para que haja uma comunicação efetiva entre a equipe de gerência e a equipe de desenvolvimento, são feitas reuniões semanais presenciais para fazer o planejamento, revisão e retrospectivas das *sprints*, nivelar o conhecimento dos membros e aplicar treinamentos.

4.6 Riscos

Afim de analisar possíveis riscos que possam afetar o funcionamento e não cumprimento dos requisitos, foi utilizado o método FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). Este é utilizado para prevenir falhas e analisar os riscos de um processo através da identificação de causas e efeitos visando tomar ações para inibir as falhas.

O objetivo do FMEA ([STAMATIS, 2003](#)) é dar prioridade a riscos, hierarquizando-os através do Número de Prioridade de Risco (NPR). Este pode ser calculado através da equação:

$$NPR = O * S * D \quad (4.1)$$

onde a Ocorrência (O) é a probabilidade da causa existir e provocar uma falha; Severidade (S) mede o quão prejudicial a falha é para o cliente; Detecção (D) é a probabilidade da falha ser detectada.

A escala de hierarquização segue de acordo com a Tab. 8

Classif.	Ocorrência	Severidade	Deteção
1	Chance Remota de Falha	Efeito não detectável no sistema	Deteção quase certa do modo de falha
2	Frequência muito baixa: 1 vez a cada 5 anos	Baixa severidade causando aborrecimento leve no cliente	Probabilidade muito alta de detecção do modo de falha
3	Pouco Frequente: 1 vez a cada 2 anos		Alta probabilidade de detecção do modo de falha
4	Frequência baixa: 1 vez por ano	Severidade moderada: cliente hora insatisfeito com perda de desempenho perceptível	Moderadamente alta probabilidade de detecção do modo de falha
5	Frequência ocasional: 1 vez por semestre		Moderada probabilidade de detecção do modo de falha
6	Frequência moderada: 1 vez por mês		Baixa probabilidade de detecção do modo de falha
7	Frequente: 1 vez por semana	Severidade alta com alta insatisfação do cliente	Probabilidade muito baixa de detecção do modo de falha
8	Frequência elevada: algumas vezes por		Probabilidade remota de detecção do modo de falha
9	Frequência muito elevada: 1 vez ao dia	Severidade muita alta: risco potencial de segurança e problemas graves de não-conformidades	Probabilidade muito remota de detecção do modo de falha
10	Frequência máxima: várias vezes ao dia		Não é possível detectar o modo de falha

Tabela 8: Escala FMEA

4.6.1 Riscos de estrutura e térmica

Componente	Requerimentos / Processo / Função	Modo de falha	Efeitos potenciais	Probabilidade de Ocorrência	Severidade	Probabilidade de Deteção	RPN (In)	Ação corretiva
Bomba	Bombear os fluidos	Entupir	Para o processo	7	7	1	3,9	Limpeza da bomba
		Quebrar	Para o processo	2	7	1	2,6	Troca da bomba
		Falta de energia	Para o processo	5	6	1	3,4	Alternativa de alimentação
		Queimar	Para o processo	5	7	1	3,6	Troca da bomba
Trocador de calor	Realizar a troca de calor	Vazamento do líquido de resfriamento	Perda de eficiência	5	3	5	4,3	Troca da conexão
		Vazamento do mosto	Perda do produto	3	3	5	3,8	Troca da conexão
		Entupir	Para o processo	1	8	1	2,1	Limpeza do chiller
		Romper	Perca do produto	2	8	1	2,8	Troca do chiller
Válvula	Direcionar o fluxo dos fluidos	Entupir	Para o processo	1	8	5	3,7	Limpeza da válvula
		Falta de energia	Perda do controle direcional do fluido	5	6	1	3,4	Alternativa de alimentação
		Corrosão	Danifica o componente e pode intoxicar o líquido	1	10	8	4,4	Troca da válvula
Torneiras	Permitir saída do fluido das painéis	Vazar	Vazamento	5	3	3	3,8	Manutenção do componente
Reservatório	Armazenar líquido de resfriamento	Trincar	Perda do fluido de resfriamento	1	3	3	2,2	Troca do componente
Filtros	Filtrar as impurezas	Entupir	Impede a recirculação	8	8	1	4,2	Limpeza do Filtro
		Vazar malte	Entupir o sistema	2	8	5	4,4	Manutenção do componente
		Corrosão	Danifica o componente e pode intoxicar o líquido	2	8	6	4,6	Troca do componente
Tubulação	Deslocar os fluidos	Entupir	Para o processo	3	7	1	3,0	Retirar tubulação para conserto manual
		Romper/Desconectar	Perca do produto	5	10	1	3,9	Reconectar / Troca da conexão
		Corrosão	Danifica o componente e pode intoxicar o líquido	1	10	8	4,4	Troca da tubulação
Painéis	Comportar os fluidos	Quebrar	Perda do produto e sistema	1	10	1	2,3	Troca da panela
		Corrosão	Danifica o componente e pode intoxicar o líquido	1	10	7	4,2	Tratamento da área afetada / Troca da panela
Resistência	Aquecer os fluidos	Queimar	Não aquecimento	4	7	1	3,3	Trocar resistência
		Falta de energia	Para o processo	5	6	1	3,4	Alternativa de alimentação
		Trincar	Não aquecimento	2	6	1	2,5	Trocar resistência
Alimentador de insumos	Fornecer insumos na etapa de fervura	Falha no mecanismo (motor)	Perda de qualidade	6	7	6	5,5	Troca do mecanismo
Misturador	Depositar partículas sólidas no fundo	Quebrar	Perda de qualidade	2	8	3	3,9	Trocar peça quebrada
		Falta de energia	Perda de qualidade	5	6	1	3,4	Alternativa de alimentação
		Corrosão	Danifica o componente e pode intoxicar o líquido	1	8	7	4,0	Tratamento da área afetada / Trocar peça corroida
Estrutura física	Sustentar os componentes	Deformação plástica	Facilitar a falha dos outros sistemas	9	8	8	6,4	Garantir que a estrutura suporte as solicitações
		Falha estrutural	Perda do produto e sistema	8	10	4	5,8	Substituição e remontagem dos componentes
NoBreak	Alimentar o sistema em caso de suspensão do fornecimento	Não suportar a carga do sistema	Falta de energia	1	8	1	2,1	Trocar NoBreak

Tabela 9: FMEA: grupo de estruturas e térmica

4.6.2 Riscos do sistema embarcado

Componente	Requerimentos / Processo / Função	Modo de falha	Efeitos potenciais	Probabilidade de Ocorrência	Severidade	Probabilidade de Detecção	RPN (In)	Ação corretiva
Sensor de Temperatura	Medir a temperatura do fluido	Nenhuma leitura	Superaquecimento	3	9	1	3,3	Troca de sensor
		Leitura incoerente	Superaquecimento	4	8	5	5,1	Troca de sensor
Sensor de Fluxo	Medir o fluxo de fluido	Nenhuma leitura	Parte do produto preso em etapa anterior	3	6	1	2,9	Troca de sensor
		Leitura incoerente	Parte do produto preso em etapa anterior	4	7	4	4,7	Troca de sensor
Sensor de Nível	Medir o nível de fluido	Nenhuma leitura	Parte do produto preso em etapa anterior	3	6	1	2,9	Troca de sensor
		Leitura incoerente	Parte do produto preso em etapa anterior	4	7	4	4,7	Troca de sensor
Circuito de Aquecimento	Realizar o aquecimento do fluido e garantir que a temperatura seja a ideal	Resistências danificadas	Nenhum aquecimento / Perda de produto	5	7	2	4,2	Troca das resistências
		Componentes danificados no circuito	Superaquecimento	3	10	4	4,8	Diagnóstico e troca de componente
Controle das Bombas	Controlar as bombas do mecanismo	Comando não executado	Para o processo	4	6	1	3,2	Diagnóstico e troca de componente
		Ação incoerente	Perda de produto	3	8	4	4,6	Diagnóstico e troca de componente
Controle das Válvulas	Controlar as válvulas do mecanismo	Comando não executado	Para o processo	4	6	1	3,2	Diagnóstico e troca de componente
		Ação incoerente	Perda de produto	3	8	4	4,6	Diagnóstico e troca de componente
Comunicação	Receber e enviar os dados para o usuário	Comando do usuário se perde	Processo falha em iniciar ou interromper	6	7	2	4,4	Assegurar conexão com internet
		Feedback da estação se perde	Usuário perde controle sobre etapas do processo	7	3	5	4,7	Assegurar conexão com internet

Tabela 10: FMEA: grupo de controle

4.6.3 Riscos de software

Categoria	Requerimentos / Processo / Função	Modo de falha	Efeitos potenciais	Ocorrência	Severidade	Detecção	RPN	RPN (In)	Estratégia	Ação corretiva
Técnico	Domínio, Integrações e Infraestrutura	Equipe não possui conhecimentos específicos em determinada tecnologia	Desenvolvimento lento e não produtivo, com baixa qualidade.	6	7	1	42	3,7	Mitigar	Estudos, tutoriais e aula
		Dificuldades na integração de módulos	O sistema não funcionará corretamente e não estará de acordo com os requisitos.	5	8	2	80	4,4	Mitigar	Comunicação contínua entre as equipes de desenvolvimento do projeto.
Qualidade	Remete a confiabilidade, usabilidade e manutenibilidade	Erro no entendimento dos cálculos ou nas unidades de medida.	O software não apresentará dados reais. Passível de inconsistência	3	9	1	27	3,3	Mitigar	Resolver os erros de cálculo e unidades de medida validadas com a equipe.
		Falta de facilidade na interface com usuário final.	Dificuldades de utilização do software, demonstrando pouca usabilidade e interatividade	7	7	3	147	5,0	Prevenir/Mitigar	Melhorar a interface sempre que for identificado um meio de melhorá-la
		Demora para o processamento dos dados ou geração de relatórios.	Usuário espera impacientemente os resultados. Ou desistem da operação	6	8	4	192	5,3	Prevenir/Mitigar	Análise de qualidade do software, sempre testando o tempo das requisições procurando sempre melhorá-las.
Organizacional	Relacionado ao ambiente que será desenvolvido o produto	Restrição para desenvolver.	Equipe pode ficar sem a reunião e sem produtividade	5	9	1	45	3,8	Prevenir/Mitigar	Deixar alternativas de comunicação e desenvolvimento sempre prontas.
Externo	Abrange aspectos políticos da instituição ou de qualquer meio externo no qual o produto está inserido	Interrupção das aulas ou reuniões	Equipe perde o ritmo por não conseguir feedback.	2	9	1	18	2,9	Mitigar	Motivar a equipe a recuperar o ritmo e manter o nível de desenvolvimento.

Tabela 11: FMEA: grupo de Software - Riscos Gerais

Gerenciamento	Mudança de escopo, Prazo, Custo e Inconsistência de RH, Comunicação e Partes Interessadas	Ocorrer um erro no entendimento do problema a ser solucionado.	O produto não será de acordo com o escopo estabelecido.	7	9	1	63	4,1	Prevenir/Mitigar	Comunicação contínua.
		Se for determinado um escopo maior do que podemos desenvolver podemos estourar o prazo.	O produto não será entregue no tempo planejado.	5	7	2	70	4,2	Mitigar	Negociação e comunicação contínuas.
		Se o cliente determinar um escopo maior do que podemos desenvolver podemos estourar o custo.	O produto não terá um custo como o do planejado.	5	9	1	45	3,8	Prevenir/Mitigar	Negociação e comunicação contínuas com o cliente e com a equipe. Procurando sempre manter as horas e os recursos planejados que estão descritos no plano de gerenciamento de custos.
		Se os integrantes da equipe não tiverem conhecimento suficiente para realizar as tarefas planejadas.	O desenvolvimento será improdutivo e sem qualidade.	6	8	1	48	3,9	Mitigar	Identificação e treinamento dos integrantes não capacitados.
		Se ocorrer o desentendimento ou o descompromisso com o projeto ou a equipe.	As tarefas poderão se acumular gerando um desconforto para o restante da equipe.	4	7	2	56	4,0	Mitigar	Identificação tentativa de recompromisso e conciliação.
		Falta de repasse de informações.	Poderá ocorrer replicação de trabalho e esforço desnecessário.	3	6	1	18	2,9	Mitigar	Identificação e designação de um membro responsável pelo repasse de informações.
		Desânimo das partes interessadas no projeto.	Perda de produtividade, produção de artefatos de baixa qualidade.	3	7	5	105	4,7	Prevenir/Mitigar	Identificação e conversa para tentar resolver. Reuniões descontraídas para não desanimar a equipe.
		Aumento da equipe	Aumento na produção do time, tarefas mais divididas, bem estar da equipe	2	5	1	10	2,3	Aceitar	-
		Super valorização do projeto	Reconhecimento acadêmico e profissional com possibilidades de aumento de recursos	3	7	2	42	3,7	Aceitar	-

Tabela 12: FMEA: grupo de Software - Riscos de Gerencia

4.6.4 Riscos do projeto

Risco	Plano de Ação
Falta de conhecimento técnico da equipe	Realizar estudos, treinamentos e planejar pareamentos.
Desistência de algum membro da disciplina	Adequação do <i>Backlog</i> com redução do escopo, compensar horas do membro entre o restante da equipe.
Membros desmotivados	Conversar constantemente com os membros da equipe, buscar estratégias de motivação, ou gamificação para aumentar o engajamento dos membros, buscar estratégias como quadros de humor para acompanhar o bem estar da equipe.
Falha em equipamentos de membros do time	Alocar pareamentos com um membro que tenha disponibilidade parecida.
Indisponibilidade horária	Tentar adaptar horários de acordo com essas indisponibilidades.
Baixa produtividade dos integrantes	Gerar uma planilha de horas trabalhadas assim como as métricas de <i>Velocity</i> para tomar medidas a respeito.
Ambiente de desenvolvimento não padronizado	<i>DevOps</i> deve configurar o ambiente para que todos os membros possam utilizar sem dificuldades
Falha de comunicação	Modificar estratégias de comunicação, realizar mais reuniões remotas, criar canais de comunicação anônimos para que todos possam se expressar livremente.

Tabela 13: Tabela de Riscos de Alto Nível

5 Considerações finais

Este trabalho apresentou o processo de fabricação de cerveja e a solução desejada. Espera-se atender as necessidades dos clientes automatizando as etapas de brassagem, fervura e resfriamento. Uma interface gráfica será desenvolvida visando ser intuitiva e simples para o uso diário.

Para a realização deste protótipo é necessário planejamento, logo, nesta primeira etapa foram discutidos os problemas e soluções, como também foi realizado o planejamento de todos os processos. Com todo o planejamento realizado a equipe está apta a seguir para a segunda etapa, que consiste no dimensionamento do produto.

Referências

- ANEEL. *Rank de tarifas. ANEEL Agência Nacional de Energia Elétrica*. 2015. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/ranking-das-tarifas/>>. Citado na página 86.
- APOLINÁRIO, M. F. Nobreak dupla conversão monofásico isolado em alta frequência com tensão de entrada bivolt e potência de 1kva, baseado no conceito de circuito multi-portas. 2017. Citado na página 33.
- BAMFORTH, C. *Brewing: new technologies*. [S.l.]: Woodhead Publishing, 2006. Citado na página 14.
- BARBIAN, E. *Conheça os tipos de Nobreak*. 2013. Disponível em: <<https://www.oficinadanet.com.br/post/10738-conheca-os-tipos-de-no-break>>. Citado na página 33.
- BERNARDO, K. *Kanban: Do início ao fim!* 2014. Disponível em: <<https://www.culturaagil.com.br/kanban-do-inicio-ao-fim/>> Acessado em: 14 de setembro de 2020. Citado na página 40.
- BHARGAVA, M. *Alexa skills project build exciting projects with Amazon Alexa and integrate it with Internet of Things*. [s.n.], 2018. ISBN 9781788997584. Disponível em: <<https://learning.oreilly.com/library/view/-/9781788997256/?ar>>. Citado na página 34.
- BRAGA, N. C. *Sensores e Atuadores para Eletrônica Embarcada (ART3207)*. Disponível em: <<https://www.newtonbraga.com.br/index.php/eletronica/52-artigos-diversos/13304-sensores-e-atuadores-para-eletronica-embarcada-art3207>>. Citado na página 31.
- CENTER, I. K. *The vision document outline*. Disponível em: <https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/pt-br/SSYMRC_7.0.2/com.ibm.rational.rrm.help.doc/topics/r_vision_doc.html>. Citado na página 61.
- DPO. *Relatório de Gestão 2019, Universidade de Brasília*. 2019. Disponível em: <http://www.dpo.unb.br/index.php?option=com_content&view=article&id=46&Itemid=816>. Citado na página 86.
- FERREIRA, R. H. et al. Inovação na fabricação de cervejas especiais na região de belo horizonte. *Perspectivas em Ciência da Informação*, SciELO Brasil, v. 16, n. 4, p. 171–191, 2011. Citado na página 12.
- HEATER resistor, Chapter 5 - Resistor applications. Disponível em: <<https://eepower.com/resistor-guide/resistor-applications/heater-resistor/#>>. Citado na página 32.
- LARA, C. *Fazer cerveja artesanal: aprenda o processo passo a passo!* 2018. Disponível em: <<https://www.hominilupulo.com.br/cervejas-caseiras/fazer-cerveja-artesanal/>> Acessado em: 18 de setembro de 2020. Citado na página 15.

MARTINS, I. Z. Processo de produção da cerveja. São Camilo, Brasil, p. 5, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 12 e 13.

MIT. *MIT LICENSE*. 2020. Disponível em: <<https://mit-license.org/>>. Citado na página 68.

O que é condicionamento de sinal? Disponível em: <<https://www.ni.com/pt-br/innovations/white-papers/09/what-is-signal-conditioning-.html>>. Citado na página 31.

O que é relé de estado sólido? Disponível em: <<https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-rele-de-estado-solido/>>. Citado na página 32.

OS diferentes tipos de sensores de fluxo de líquido. Disponível em: <<https://www.mecanicaindustrial.com.br/398-os-diferentes-tipos-de-sensores-de-fluxo-de-liquido/>>. Citado na página 31.

PALMER, J. J. *How to Brew: Everything you need to know to brew beer right the first time*. [S.l.]: Brewers Publications, 2006. Citado na página 15.

Project Management Institute (Ed.). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)*. Fifth edition. Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute, Inc, 2013. ISBN 9781935589679. Citado 2 vezes nas páginas 39 e 47.

SCHWABER, K.; SUTHERLAND, J. *The Scrum Guide*. 2018. Disponível em: <<https://scrumguides.org/scrum-guide.html>>. Citado na página 40.

SIQUEIRA, P. B. O processo de fabricação da cerveja e seus efeitos na presença de polifenóis. Araraquara, Brasil, p. 8, 2008. Citado na página 12.

SOLENOID Valve - How They Work. Disponível em: <<https://tameson.com/solenoid-valve-types.html>>. Citado na página 32.

STAMATIS, D. H. *Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution*. 2nd ed., rev. and expanded. ed. Milwaukee, Wisc: ASQ Quality Press, 2003. ISBN 9780873895989. Citado na página 48.

Apêndices

APÊNDICE A – Termo de Abertura do Projeto

A.1 Descrição do Projeto

Automação das etapas de brassagem, fervura e resfriamento da fabricação de cerveja.

A.2 Propósito e Justificativa do Projeto

O processo de fabricação artesanal apresenta várias dificuldades para com o cervejeiro. É preciso atenção constante sobre o processo. As principais dificuldades encontradas por cervejeiros são: espaço físico, organização, o processo de brassagem, controle de temperatura e tempo. O aquecimento escalonado deve ser monitorado pois visa favorecer a ação de diferentes grupos de enzimas. O tempo gasto em cada processo é outro fator crucial pois interfere na qualidade final do produto. Insumos devem ser adicionados em diferentes momentos para garantir o sabor desejado.

A.3 Objetivos do Projeto

O objetivo deste trabalho é automatizar o processo de fabricação caseira de cerveja, facilitando o trabalho do cliente. As etapas de brassagem, fervura e resfriamento serão de tal forma que não será necessária a supervisão do cliente durante o processo. Uma interface será desenvolvida visando permitir o acompanhamento e gerenciamento de todas as etapas do processo.

A.4 Requisitos

- Realizar quatro etapas da produção de cerveja de forma automática (brassagem, fervura, *whirlpool* e resfriamento forçado) utilizando três painéis e um reservatório de líquido de resfriamento;
- Capacidade de selecionar o tipo de cerveja que se deseja produzir;
- Monitoramento do estado do processo de fabricação;

- Capacidade de realizar limpeza básica, com água fervente, de todos os componentes que entram em contato com o mosto, de maneira automática;
- Sistema deve ser intuitivo e fácil de se utilizar;
- Construir um aplicativo *Mobile* para controle e acompanhamento do sistema;
- Construir uma *Skill* para a Alexa, para controle e acompanhamento do sistema;

A.5 Riscos

Risco	Plano de Ação
Falta de conhecimento técnico da equipe	Realizar estudos, treinamentos e planejar pareamentos.
Desistência de algum membro da disciplina	Adequação do <i>Backlog</i> com redução do escopo, compensar horas do membro entre o restante da equipe.
Membros desmotivados	Conversar constantemente com os membros da equipe, buscar estratégias de motivação, ou gamificação para aumentar o engajamento dos membros, buscar estratégias como quadros de humor para acompanhar o bem estar da equipe.
Falha em equipamentos de membros do time	Alocar pareamentos com um membro que tenha disponibilidade parecida.
Indisponibilidade horária	Tentar adaptar horários de acordo com essas indisponibilidades.
Baixa produtividade dos integrantes	Gerar uma planilha de horas trabalhadas assim como as métricas de <i>Velocity</i> para tomar medidas a respeito.
Ambiente de desenvolvimento não padronizado	<i>DevOps</i> deve configurar o ambiente para que todos os membros possam utilizar sem dificuldades
Falha de comunicação	Modificar estratégias de comunicação, realizar mais reuniões remotas, criar canais de comunicação anônimos para que todos possam se expressar livremente.

Tabela 14: Tabela de Riscos de Alto Nível

A.6 Resumo do Cronograma de atividades

Data	Marco
20/09/2020	Entrega de relatório do Ponto de Controle 1
25/09/2020	Ponto de Controle 1 (PC1)
18/10/2020	Entrega de relatório do Ponto de Controle 2
23/10/2020	Ponto de Controle 2 (PC2)
15/11/2020	Entrega de relatório do Ponto de Controle 3
20/11/2020	Ponto de Controle 3 (PC3)
04/12/2020	Entrega de repositórios de projeto
04/12/2020	Apresentação de projetos na FIT/FGA On-line

Tabela 15: Tabela do Resumo do Cronograma de Marcos

A.7 Lista das partes interessadas

Nome	Matrícula	E-mail
Caio Gabriel Araújo Medeiros	150007329	caiohgabriel@gmail.com
João Gabriel Saliba Ribeiro	150012934	joao_salibaa@hotmail.com
Mateus de Oliveira Barbosa	140154817	oliveira.mateusbarbosa@gmail.com
Matheus Roberto Alves da Silva	130126721	as.matheusroberto@gmail.com
Vinícius de Castro Cantuária	140165169	cantuariavc@gmail.com

Tabela 16: Tabela de Engenharia de Software

Nome	Matrícula	E-mail
Lucas Moreira Martins	160034671	lucas.m.martins@hotmail.com
Rafael da Silva Rodrigues	130130494	rafael-rodrigues-@live.com
Victor Wagner Pedroso Araujo	140164995	victorwpa@gmail.com

Tabela 17: Tabela dos estudantes de Engenharia Aeroespacial

Nome	Matrícula	E-mail
Felipe Silva Nascimento	160027951	felipefsn14@gmail.com
Larissa Martins de Freitas	160130719	larissamartinsfreitas23@gmail.com

Tabela 18: Tabela dos estudantes de Engenharia Automotiva

Nome	Matrícula	E-mail
Renato da Costa Mota Júnior	090130723	renato.motta.jr@gmail.com
Victor Hugo Bezerra Tavares	130136492	victorhugo.tavares@hotmail.com
Yago Randerson Barbosa Ferreira	120138646	yagorandersonf@gmail.com

Tabela 19: Tabela dos estudantes de Engenharia Eletrônica

Nome	Matrícula	E-mail
Isabela Rocha Macedo	140090827	isarmacedoo@gmail.com
Vanessa Alvim Alves	130136158	vanessa.alvimalves@gmail.com

Tabela 20: Tabela dos estudantes de Engenharia Energia

Nome	Engenharia
Alex Reis	Energia
Jose Felicio da Silva	Eletrônica
Rhander Viana	Automotiva
Ricardo Matos Chaim	Software
Paolo Gessini	Aeroespacial

Tabela 21: Tabela dos professores de Projeto Integrador de Engenharias 2

Cientes
Cervejeiros Caseiros

Tabela 22: Tabela dos clientes

APÊNDICE B – Documento de Visão de Software

B.1 Introdução

B.1.1 Propósito

Este documento tem como objetivo trazer as definições e características, do sistema que será utilizado na Microcervejaria. Definindo o escopo para que toda equipe possa ter conhecimento pertinente ao mesmo, e assim facilitar o desenvolvimento do software em questão, além de definições a respeito das funcionalidades, e público alvo.

B.1.2 Escopo

Sendo um projeto de Microcervejaria desenvolvido durante matéria de Projeto Integrador II, na Faculdade do Gama da Universidade de Brasília, o projeto e necessitará de um interface pela qual o usuário possa obter informações e fazer o controle da mesma.

O sistema tem como finalidade acompanhamento e controle da Microcervejaria. Trazendo informação sobre o processo, seu estado, e quando necessário trazer alerta ao usuário sobre alguma necessidade de intervenção humana, problema durante a produção e finalização dos processos. Podendo o usuário inserir novas receitas e assim ajustar a rampa de temperatura de acordo com sua necessidade.

B.1.3 Visão Geral

Este documento terá como finalidade trazer uma melhor noção das necessidade e características do projeto e os requisitos que serão precisos para seu desenvolvimentos facilitando assim a tomada de decisões na construção e implementação da aplicação. Segundo (CENTER,) estará dividido nos seguintes tópicos: posicionamento, restrições, faixa de qualidade, procedência e prioridade, requisitos e documentação do produto e apêndice.

B.2 Posicionamento

B.2.1 Oportunidade de Negócio

A produção de cerveja artesanal é um processo demorado e com muitos cuidados em relação a temperatura e tempo em cada etapa. Necessitando de uma aplicação que pudesse ser integrada às painéis que possuíssem um sistema de controle destas características, trazendo ao usuário o status da produção e o dando um controle de forma remota.

B.2.2 Instrução de Posição do Problema

Problema	Alta necessidade do controle de temperatura e tempo de cada etapa do processo de produção de cerveja artesanal, e necessidade de intervenção humana em outros processos.
Funções Afetadas	Intervenção humana no controle da temperatura, e na preocupação do produtor quanto ao que fazer em cada etapa.
Impacto do Problemas	Desvios em temperaturas, inserir ou retirar ingredientes em momentos errados.
Solução	Desenvolvimento de um aplicação pela qual possa se ter status do processo, a temperatura necessária e tempo a qual a mesma será aplicada, e notificar ao usuário quando houver necessidade de se inserir ou retirar algo, além das notificações de erro caso ocorram.

Tabela 23: Tabela de Instrução de Posição do Problema

B.2.3 Instrução de Posição do Produto

Para	Produtor artesanal de cerveja o qual faça a decisão de utilizar a Microcervejaria.
Carências	Necessidade de uma aplicação onde traz status da produção, além de notificar usuário quando necessitar de intervenção.
Solução	Aplicação Microcervejaria.
Descrição da Solução	Ferramenta que traga informações sobre o processo no qual está sendo feito no momento, notificar usuários quando houver necessidade de intervenção(adicionar ou retirar algo do processo).Além do usuário poder adicionar a própria receita com temperaturas e tempos diferentes de cada processo.
Diferenciais	A aplicação da Microcervejaria se destaca por trazer informações a respeito do processo, notificar usuário e deixar com que o mesmo adicione uma nova receita.

Tabela 24: Tabela de Instrução de Posição do Produto

B.3 Descrição dos Envolvidos e Usuários

Os envolvidos começar por ser grupo de alunos de Projeto integrador 2 responsável pelo projeto de Microcervejaria, os professores avaliadores desta matéria. Clientes finais, os quais poderão construir sua Microcervejaria e assim fazer uso da aplicação fornecida.

B.3.1 Resumo da Parte Interessada

Nome	Descrição	Responsabilidades
Professores	Avaliadores	Orientar e avaliar ao decorrer dos Pontos de Controle da matéria.
Equipe	Graduandos em Engenharias: Aeroespacial, Automotiva, Eletrônica, Energia e Software da Universidade de Brasília, que compõe o grupo da Microcervejaria	Pessoal responsável pela criação de documentos, organização do grupo e quando necessário elaboração e implementação da aplicação.
Cliente	Usuários finais da Microcervejaria e aplicação	Utilização e quando necessário manipulação de informações que serão necessárias (criação de receitas).

Tabela 25: Tabela de Resumo da Parte Interessada

B.3.2 Resumo dos Usuários

Nome	Descrição	Responsabilidade	Envolvidos
Cervejeiro Caseiro	Acessar aplicação, ler informações, adicionar novas receitas, receber alertas.	- Inclusão e exclusão no sistema de novas receitas - Visualizar informações sobre processo - Visualizar informações sobre temperatura e tempo decorrente	Clientes finais da aplicação

Tabela 26: Tabela de Resumo dos Usuários

B.3.3 Ambiente do Usuário

O acesso da aplicação será feita via app mobile, e pela plataforma Alexa (Amazon).

B.3.4 Principais Necessidades dos Usuários ou dos Envolvidos

Necessidade	Preocupações
Acesso a informações sobre Microcervejaria	Temperatura e tempo de cada processo
Adicionar ou deletar receitas	Nas receitas são necessários campos relacionados ao tempo e temperatura de cada etapa(rampa de temperatura)
Iniciar ou pausar/parar processos	Além de seguir o processo comum da produção de cerveja, haverá um processo que engloba a limpeza do equipamento, caso haja necessidade o usuário além de ter a opção de iniciar tais processos pela aplicação, conseguirá parar os mesmo.

Tabela 27: Tabela da Necessidade dos Usuários ou Envolvidos

B.3.5 Perfil das Partes Interessadas

B.3.5.1 Usuário do Aplicativo

Representantes	Cervejeiros Caseiros utilizadores da Microcervejaria
Descrição	Usuário que farão uso dos equipamentos e da Aplicação da Microcervejaria
Tipo	Usuário Informal
Responsabilidade	Utilizar a aplicação de forma que possa ter controle e ter informações sobre Microcervejaria de forma remota, e adicionar receitas
Critérios de Sucesso	Estar atento às notificações que a aplicação gera.
Envolvimento	Alto
Entregas	—
Comentários ou Problemas	—

Tabela 28: Tabela de Perfil Usuários do Aplicativos

B.3.6 Perfil dos Usuários

B.3.6.1 Produtor Artesanal(usuário)

Representantes	Usuário
Descrição	Cervejeiros Caseiros usuários da Micro-cervejaria
Tipo	Usuário Final
Responsabilidade	Inserir novas receitas, receber notificações, interferir no processo quando necessário (notificado)
CrITÉrios de Sucesso	Ser capaz e agir quando aplicação exigir
Envolvimento	Alto
Entregas	Inserir(Água, Mosto, Lúpulo) ou retirar(mosto) algo do equipamento quando solicitado
Comentários ou Problemas	—

Tabela 29: Tabela de Perfil Usuários: Produtor Artesanal

B.3.7 Principais Necessidades da Parte Interessada ou dos Usuários

Necessidade	Prioridade	Interesses	Solução Atual	Solução Propostas
Acompanhar remotamente processo	Alta	Permitir que usuário saiba qual processo está sendo executado no momento	Acompanhamento presencial	Através de sensores ter indicação de qual processo está sendo executado
Parar Processo remotamente	Alta	Permitir que usuário pare o processo quando desejar	Exigia parar manualmente	Existir um botão que pare o processo
Iniciar processo Remotamente	Alta	Permitir que usuário inicie o processo quando desejar	Exigia iniciar manualmente	Um botão onde iniciasse o processo
Iniciar ou parar processo de limpeza remotamente	Alta	Permitir que o usuário tenha controle sobre começar ou parar o processo remotamente	Exigir que usuário limpasse máquina manualmente	Uma aba que indicasse limpeza, e dentro dela ter botão de Iniciar ou parar
Adicionar receitas no App	Média	Permitir que usuário possa adicionar receitas e suas rampas de temperaturas(temperatura e tempo)	O usuário ficava encarregado de controlar a temperatura e tempo em cada receita	Uma aba para adicionar tais características

Tabela 30: Tabela Principais Necessidades da Parte Interessada ou dos Usuários

B.3.8 Visão Geral do Produto

B.3.8.1 Perspectiva do Produto

O sistema utilizado na Microcervejaria será um app mobile. As funções se dão em acessar ao microcontrolador, acessar o estado em que se encontra os sensores e assim ter acesso em qual etapa está, criar uma nova receita (podendo adicionar ingredientes necessários e tempo e temperatura aplicada em cada etapa assim como os tempos de

repouso), gerenciar o processo de limpeza (podendo iniciar ou parar o mesmo). Para tudo será necessário ter acesso ao microcontrolador.

B.3.9 Resumo das Capacidades

Benefício para Cliente	Recurso
Acessar a etapa em que a produção está	Funcionalidade de status atual, acessível a qualquer instante.
Estimar para fim da etapa	Funcionalidade mostrando o tempo (temporizador) que falta até a conclusão da etapa.
Verificar temperatura atual da panela	Acesso ao estado momentâneo do sensor de temperatura
Iniciar/Parar processo de limpeza remotamente	
Gerenciar Receitas	

Tabela 31: Tabela Resumo das Capacidades

B.4 Licenciamento e Instalação

Licença escolhida para desenvolvimento será a MIT ([MIT](#), 2020), onde possibilita a edição, visualização e utilização do software.

B.5 Recursos do Produto

B.5.1 Acesso

Autenticação será feita por chave de acesso indicada no microprocessador.

B.5.2 Gerenciamento de novas Receitas

Poderá adicionar novas receitas, indicando ingredientes que serão utilizados, tempos de aquecimento, tempo de fervura, de brasagem e suas temperaturas, trazendo assim as rampas de temperaturas para cada etapa e cada panela no processo.

B.5.3 Visualizar processo de produção/Estimativa de tempo

Cada etapa precisa ter ser executada em um determinado tempo, tendo que se aplicar temperatura ou deixar de repouso a mostura. Com isso a aplicação trará uma estimativa de tempo para finalização de cada etapa.

B.5.4 Gerenciar processo de limpeza

Um dos critérios para que se atinja uma cerveja com uma boa qualidade é que os equipamentos estejam limpos antes do uso para que não ocorram interferências nos processos, principalmente no processo de repouso quando ocorre a fermentação. Com isso existirá um processo que poderá ser ativado remotamente pela aplicação onde efetuar a limpeza das panelas, mangueiras e bombas. Isto poderá ser iniciado ou parado pela aplicação.

B.5.5 Gerenciar processo de produção da cerveja

Será possível iniciar ou parar a produção. A parte de iniciação se torna óbvia por se tratar de um sistema automatizado de produção. Contudo a função de parar é necessária, pois erros podem ocorrer com o maquinário ou o usuário esquecer de adicionar algum dos ingrediente, com isso é necessário parar a produção.

B.5.6 Receber notificações

Por não ser um processo 100 por cento automatizado, o usuário irá precisar interagir com sistema algumas horas, tendo que adicionar ingredientes em tempos específicos e para não ficar na responsabilidade da memória de lembrar notificações serão geradas para usuário para esta finalidade. Ou até mesmo notificações de mudanças de etapas. Ou quando necessário notificações para que usuário retire algo(durante processo de limpeza).

B.6 Restrições

B.6.1 Restrições de sistema

A Aplicação se comunicará com a microcontroladores através de rede onde tanto o microcontrolador quanto ao aplicativo precisam estar conectados. Apenas usuários que tiverem chaves de acesso daquele microprocessador que conseguirá ter acesso de controle e de notificações.

B.6.2 Restrições Extras

As restrições extras que mais irão impactar será a integração entre os grupos de Software e Eletrônica para comunicação a API do microcontrolador com o Aplicação. A falta de conhecimento técnico da equipe na construção de um skill para Alexa.

B.7 Faixas de Qualidade

Para melhor manuseio e eficiência a aplicação terá que ser responsiva de modo que possa ser utilizada em aparelhos mobile, pois um dos princípios do projeto é a portabilidade.

B.8 Precedência e Prioridade

Em termos de importância ter acesso à API do microprocessador se torna um dos pontos chaves do projeto, após isso todas outras funcionalidade como: gerenciamento da produção, gerenciamento da limpeza, gerenciamento de receitas, visualizar processo da produção e receber notificações, são de grande importância, contudo todas dependem do acesso ao microprocessador.

B.9 Outros Requisitos do Produto

B.9.1 Requisitos do Sistema

O usuário precisará de algum dispositivos para que possa se acessar ao microprocessador.

B.9.2 Requisitos de Desempenho

O dimensionamento do aplicativos se dará para suprir uma amplo gama de aparelhos para que se assim, os usuários possam acessar por um grande número de aparelhos.

APÊNDICE C – Protótipo do Aplicativo

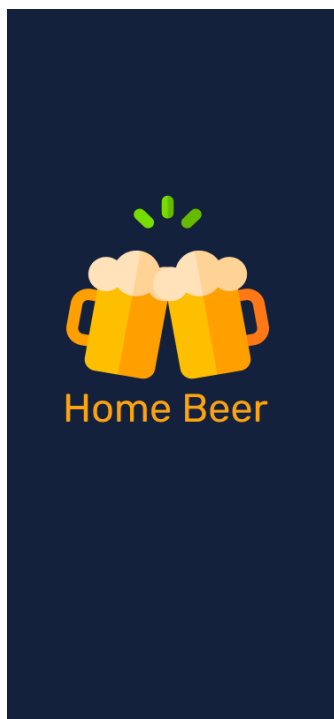


Figura 16 – Tela de Inicialização

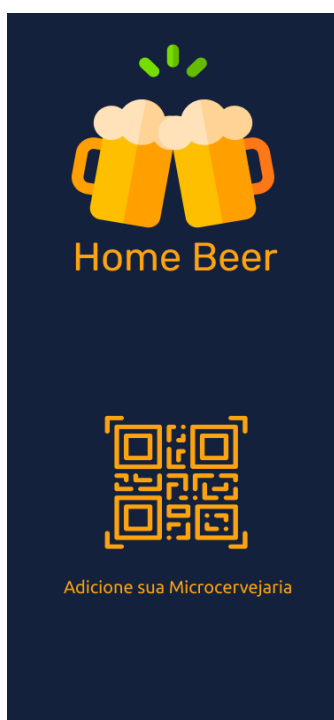


Figura 17 – Tela para Login



Figura 18 – Tela da Câmera para QRCode



Figura 19 – Tela Menu - Ingredientes



Figura 20 – Tela Menu - Processos

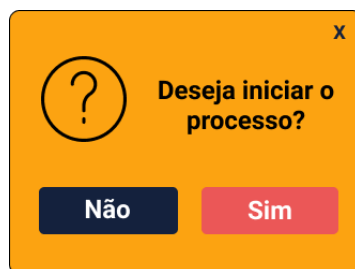


Figura 21 – Modal Pergunta Iniciar Processo

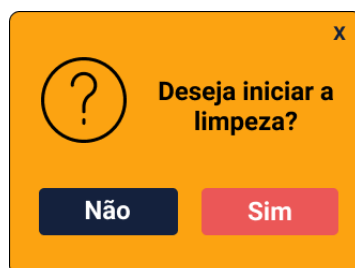


Figura 22 – Modal Pergunta Iniciar Limpeza

9:41

< Voltar Criar nova Receita

Ingredientes

Água 20L X

Selecionar Ingrediente Volume X

+ Ingrediente

Aquecimento

25°C 85°C 100°C

Brassagem

30min 60° X

Tempo Temperatura X

+ Intervalo de Tempo

Fervura

30min 30g Cascade X

Tempo Ingrediente X

+ Intervalo de Tempo

Confirmar

Figura 23 – Tela Criar/Editar Receitas

Água para Malte

Água para Extração

Malte Pilsen BWS

Lúpulo Spalter Select

Fermento Fermentis

+ Criar Ingrediente

Figura 24 – Dropdown Ingredientes

? Deseja finalizar a edição?

Não Sim

Figura 25 – Modal Pergunta Finalizar Edição



Figura 26 – Tela Aquecimento

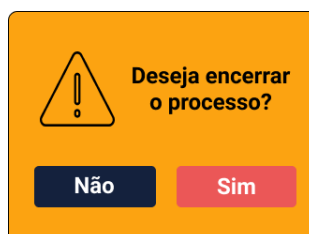


Figura 27 – Modal Pergunta Finalizar Processo



Figura 28 – Overlay Receita Escolida



Figura 29 – Tela Brassagem



Figura 30 – Tela Brassagem 2



Figura 31 – Overlay Aquecimento

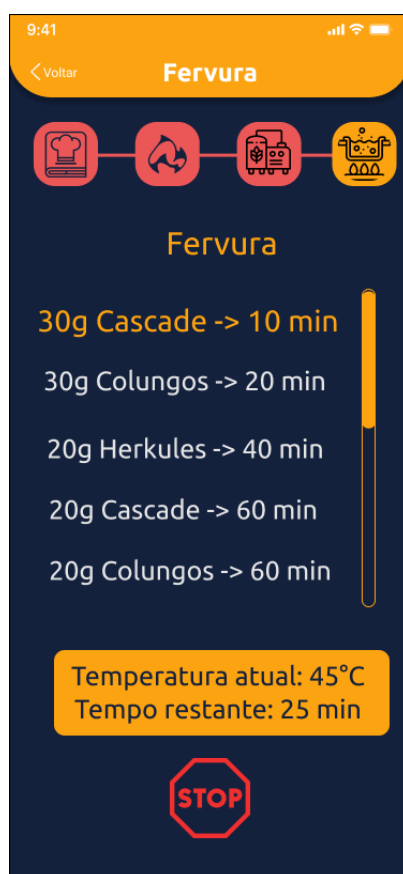


Figura 32 – Tela Fervura

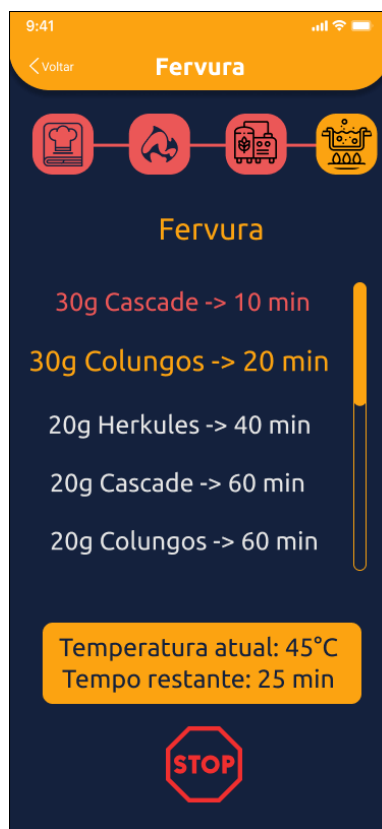


Figura 33 – Tela Fervura 2

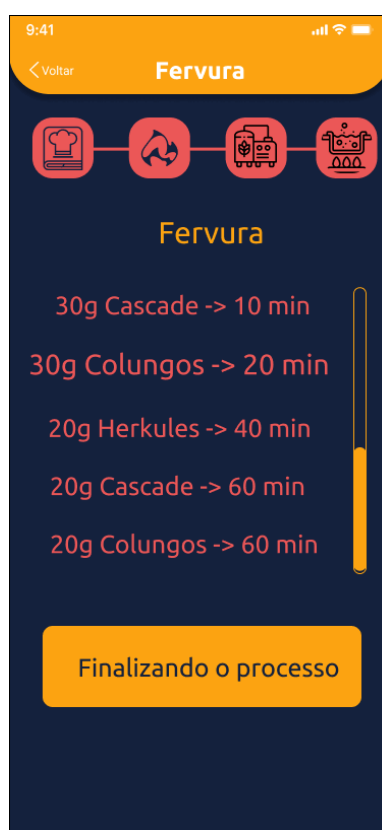


Figura 34 – Tela Fervura 3

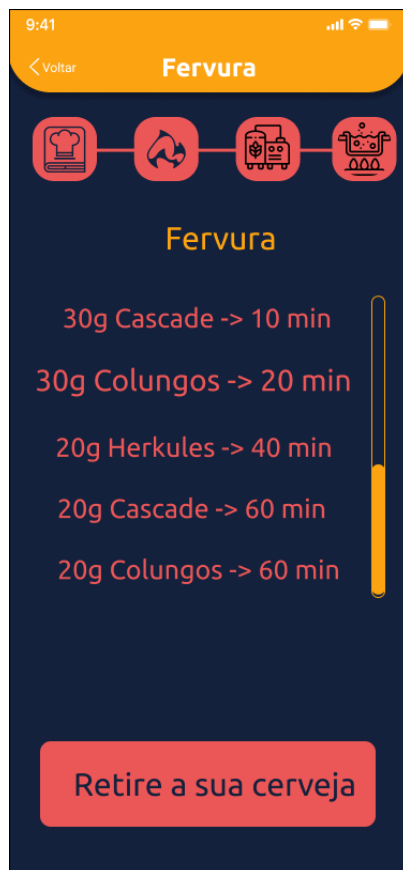


Figura 35 – Tela Fervura 4



Figura 36 – Overlay Brassagem

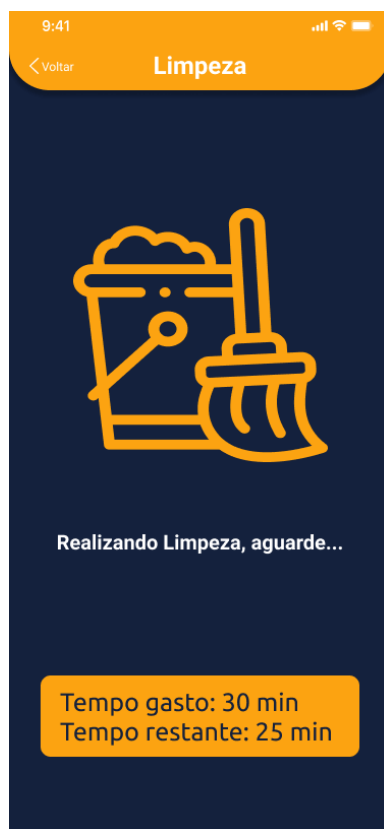


Figura 37 – Tela de Limpeza

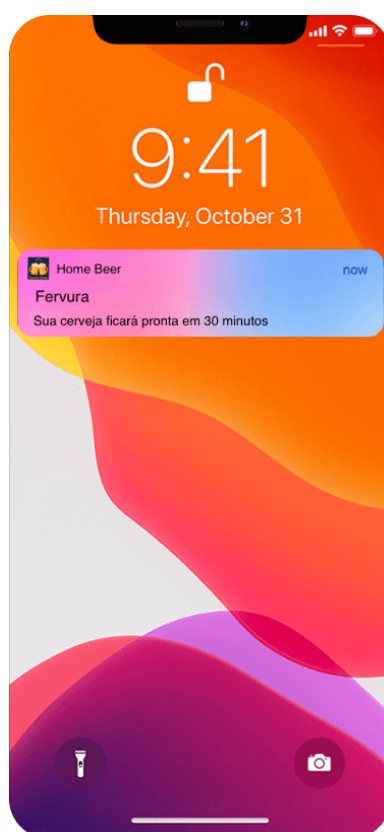


Figura 38 – Tela de Notificação iPhone Bloqueado

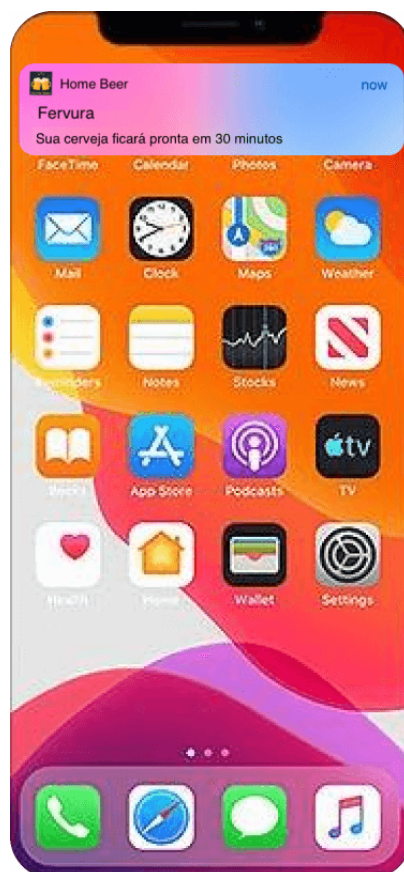


Figura 39 – Tela de Notificação iPhone Desbloqueado

APÊNDICE D – Recursos Humanos

D.1 Objetivo

Este documento tem como objetivo listar os recursos humanos presentes no projeto, apresentando o nível de conhecimento atual de cada membro do projeto nas áreas que serão necessárias para o desenvolvimento do projeto e para alocação dos membros para atividades futuras.

D.2 Origem dos Recursos Humanos

A equipe do projeto é composta por 15 alunos da Universidade de Brasília campus Gama(UnB-FGA). Todos os alunos estão cursando a disciplina de Projeto Integrador II das seguintes engenharias:

- **Engenharia Aeroespacial:** 3 membros.
- **Engenharia Automotiva** 2 membros.
- **Engenharia Energia:** 2 membros.
- **Engenharia Eletrônica:** 3 membros.
- **Engenharia Software:** 5 membros.

Estes membros foram alocados em três áreas levando em consideração as necessidades de cada subsistema do projeto, sendo estas:

- **Estrutura e Térmica:** 7 membros.
- **Controle:** 3 membros.
- **Software:** 5 membros.

D.3 Conhecimento Técnico dos Integrantes

Para fazer um levantamento dos conhecimentos técnicos, pontos fortes e fracos de cada membro. Cada área realizou um quadro de conhecimento apresentando o nível de cada integrante em relação aquele conhecimento específico necessário para o desenvolvimento do projeto.

D.3.1 Quadro de Conhecimento de Software

	Latex	HTML	CSS	Python	Node.JS	React Native	Alexa
Caio Araujo	😬	😬	😬	😬	😬	😬	💀
João Gabriel	😬	😬	😬	😬	😬	😬	💀
Mateus Oliveira	😬	😬	😬	😬	😬	😬	💀
Matheus Roberto	😬	😬	😬	😬	😬	😬	💀
Cantuária	😬	😬	😬	😬	😬	😬	💀
😎	Domino Completamente						
😊	Bom!						
😐	Consigo me virar (Google)						
😞	Já ouvi falar						
💀	Não tenho idéia						

Figura 40 – Quadro de Conhecimento da Equipe de Software

D.3.2 Quadro de Conhecimento de Estruturas

	Termodinamica	Fluidos	Cálculo Estrutural	Simulações	CAD	Materiais	Latex
Larissa	😬	😬	😬	😬	😬	😬	💀
Felipe	😬	😬	😬	😬	😬	😬	😬
Victor	😬	😬	😬	😬	😬	😬	😬
Vanessa	😬	💀	😬	😬	💀	😬	😬
Isabela	😬	😬	😬	😬	😬	😬	😬
Rafael	😬	😬	😬	😬	😬	😬	😬
Lucas	😬	😬	😬	😬	😬	😬	😬

Figura 41 – Quadro de Conhecimento da Equipe de Estrutura

D.3.3 Quadro de Conhecimento de Controle

	Circuitos Analógicos	Circuitos Digitais	Modelagem de Sistemas de Controle	Simulações
Victor Hugo	😬	😬	😬	😬
Renato	😬	😬	😬	😬
Yago	😬	😬	😬	😬

Figura 42 – Quadro de Conhecimento da Equipe de Controle

APÊNDICE E – Plano de Gerenciamento de Custos

E.1 Objetivo do plano de Gerenciamento de custo

Neste plano em questão, será detalhado o plano de gerenciamento de custos do projeto Microcervejaria. Constará de forma detalhada os custos do projeto, bem como gastos com recursos humanos, equipamentos, entre outros.

E.2 Método de gerenciamento dos custos

Com o objetivo de ter o controle sobre os custos do projeto, nesta seção será utilizado uma sequência de estimativas e em seguida será feita uma comparação. De início, será definido como os custos serão planejados. Após esta seção de metodologia, serão definidos os passos para definir os valores: planejados, reais e agregados.

E.2.1 Planejar o gerenciamento dos custos

O planejamento de custos terá como entradas os seguintes artefatos:

1. Termo de abertura do projeto
2. Fatores ambientais da organização

Utilizando o termo de abertura do projeto, será possível analisar quais especificações do projeto, a equipe que integrará o grupo de desenvolvimento e de gerenciamento, escopo, prazos estabelecidos para a entrega, custos disponíveis. Todas essas entradas serão úteis para estimarmos com mais precisão os custos planejados.

Os fatores ambientais da organização serão utilizados para explicar algumas variâncias e anormalidades do projeto. Alguns exemplos deste ponto são os valores para a utilização dos alunos da disciplina de Projeto Integrador 2, tempo estipulado de cada integrante da equipe para uma semana de trabalho.

E.2.2 Estimativa de Custos

Para estimar o custo planejado do projeto, foram levantados alguns pontos como máquinas adquiridas e custo das horas de trabalho dos alunos da FGA, atuando como

desenvolvedores e gerentes do projeto.

Primeiramente será levantado alguns custos simples para que se possa ser feita a estimativa. Os custos que serão levantados serão da equipe de desenvolvimento, equipe de gerenciamento, recursos de trabalho(hardware), entre outros custos.

1. **Desenvolvedores** : Integrantes da disciplina de Projeto Integrador 2, que serão responsáveis pelo desenvolvimento do projeto Microcervejaria.

De acordo com o Relatório de Gestão Acadêmica da UNB do ano 2016 o custo ANUAL de um aluno de graduação da FGA é de R\$ 15950,00

2. **Gerência**: Integrantes da disciplina de Projeto Integrador 2, que serão responsáveis pelo gerenciamento da equipe de desenvolvimento do projeto Microcervejaria.

Do mesmo modo, com o Relatório de Gestão Acadêmica da UNB do ano 2016 o custo ANUAL de um aluno de graduação da FGA é de R\$ 15950,00.

3. **Equipamento**: Máquinas que serão utilizadas pela equipe de desenvolvedores e também pela gerência. Valor médio em unidade é igual a R\$ R\$ 2200,00. OBS: Como cada integrante já possui seu equipamento, não será contabilizado como custo ao final do orçamento.

4. **Internet**: Média de preço de uma internet com velocidade de 50mbps é de R\$ 79,90

5. **Energia**: Para o cálculo da energia, levou-se em consideração que cada indivíduo envolvido no projeto trabalhará cerca de 6 á 10 horas semanais (no mínimo), que nos leva a 1,43 horas diárias X 22 dias por semana por um período de 4 meses, onde cada notebook/desktop consome cerca de 100 Wh.

E.2.3 Determinação de Orçamento

Dado o custo estimado do projeto, conseguimos a partir daí definir o valor o orçamento total do projeto. No entanto, antes de definir o orçamento geral, é preciso que seja estimado o custo por hora dos recursos humanos do projeto, que configura os desenvolvedores e gerência.

E.2.3.1 Pessoal

Como o projeto será desenvolvido dentro do contexto da disciplina de Projeto integrador 2, o cálculo comum de recursos humanos é feito com base no custo anual do aluno descrito pelo Decanato de Planejamento e Orçamento da UnB.

De acordo com (DPO, 2019): “Dada a relevância do tema, os indicadores de custo-aluno foram objeto de estudo pelos servidores do DPO, em 2019. Uma importante conclusão do estudo realizado refere-se ao fato de que apenas a informação de custo não consegue expressar o resultado institucional, a excelência acadêmica, as melhorias alcançadas e o valor público entregue à sociedade.”

Essa informação foi adicionada para deixar claro que, mesmo não representando resultados específicos, o custo aluno ainda sim servirá como uma boa base de preço para a equipe de desenvolvedores e gerência. A equipe decidiu que é melhor se basear neste valor pois faz mais sentido do que arbitrariamente definir um custo para cada papel.

• Cálculo do RH

Para estimar o custo médio do gasto de um aluno para a faculdade, utilizaremos o curso de Engenharia de Software como base, no qual, é exigido 240 créditos no mínimo para que um aluno possa se formar. Pode ser considerado também que cada crédito corresponde geralmente a 15 horas/aula. Desse modo, para se calcular o custo para um aluno se formar é preciso multiplicar o valor de custo anual por 5, que é o tempo necessário para graduação. De acordo com os dados já presentes no tópico anterior, o custo para um aluno se formar é de $5 * R\$ 15950,00$ totalizando $R\$ 79750,00$. Cada crédito na Universidade de Brasília equivale a 15 horas/aula. Desse modo, se multiplicarmos a quantidade de créditos para se formar, que é 240, por 15, teremos a quantidade de horas totais para graduação de um aluno. A partir daí, $240 \text{ créditos} * 15 \text{ horas/aula}$ é igual a 3600 horas totais para que um aluno se forme.

Em síntese, se dividirmos o custo total de formação pela quantidade de horas necessárias obtemos o custo da hora do aluno da FGA-UnB, $R\$ 79750,00 / 3600$ que é igual a $R\$ 22,15$.

O projeto ocorrerá em um período total de 14 semanas. E de acordo com a disciplina, cada integrante deverá comprometer de 6 a 10 horas semanais para trabalhar no projeto. Desse modo, será necessário 140 horas de trabalho. Sendo assim, cada integrante do projeto irá custar $140 \text{ horas} * R\$ 22,15/\text{hora}$, que é igual a $R\$ 3101,00$. Conclui-se então, que o custo de todos os membros participantes é o valor de $R\$ 3101,00 * 15 = R\$ 46515,00$.

E.2.3.2 Aquisição

De acordo com (ANEEL, 2015) o KW/h equivale a $R\$ 0,518$ no DF pela CEB na data de 14/09/2020. Adotemos um meio termo e assumamos que um computador opera a 100 watts e que os 15 membros do projeto utilizarão seus computadores ligados pelas 140 horas necessárias para o projeto. Sendo assim, temos a seguinte equação:

Consumo = (100 watts x 140 horas x 15 computadores)/1.000 x R\$ 0,518 = R\$ 108,78.

Aquisição	Finalidade	Valor(R\$)	Quantidade	Total(R\$)	Fornecedor
Energia	Desenvolvimento e Gerência	R\$ 0,518	15	R\$ 108,78	CEB
Internet	Desenvolvimento e Gerência	R\$ 79,90	15	R\$ 79,90 * 15	NET

Tabela 32: Tabela Aquisição Custos de Internet e Energia

E.3 Ferramentas

Ferramenta	Finalidade	Custo(R\$)
Telegram, Teams, Meet	Comunicação	R\$ 0,0
Google Drive	Compartilhamento de Arquivos	R\$ 0,0
Github	Versionamento	R\$ 0,0
Overleaf	Editor para Relatório	R\$ 0,0
Qucs	Ferramenta para Simulação de Circuitos	R\$ 0,0
Catia	Ferramenta para Modelagem 3D	R\$ 0,0
Visual Studio Code, Atom, Sublime, XCode	Editor de Texto	R\$ 0,0
Python, Node.JS, React Native	Ferramentas de Desenvolvimento	R\$ 0,0
Docker, Docker Compose	Ferramenta de automatização de Ambiente	R\$ 0,0
Github Actions	Ferramenta de Integração Contínua	R\$ 0,0
GitESLintHub	Análise estática de erros de código	R\$ 0,0
Code Climate	Análise estática de qualidade de código	R\$ 0,0

Tabela 33: Tabela de Custo de Ferramentas

APÊNDICE F – Plano de Gerenciamento e Configuração de Software

F.1 Introdução

Este documento tem como propósito descrever os padrões de desenvolvimento e ferramentas que serão adotadas no decorrer do desenvolvimento e manutenção do software, assim como as políticas para tanto.

F.2 Ferramentas

Ferramenta	Descrição
Git	Ferramenta utilizada para o controle e versionamento do código.
GitHub	Plataforma onde será hospedado o repositório do código da aplicação.
GitHub Actions	Serviço de integração contínua usado para criar e testar projetos de software hospedados no GitHub.
ESLint	Ferramenta para analisar estaticamente o código para encontrar problemas rapidamente.
Code Climate	Ferramenta para analisar estaticamente a qualidade do código.

Tabela 34: Tabela das ferramentas utilizadas no desenvolvimento

F.3 Políticas de Contribuição

F.3.1 Folha de Estilo

O padrão adotado no código deverá seguir a folha de estilo do [Airbnb](#).

F.3.2 Política de Commits

Os *commits* deverão ser atômicos. Para isso, ele deverá conter uma única alteração, seguindo o padrão de folha de estilo, e com uma descrição significativa em português.

Utilizando os verbos no Indicativo para expressar a ação que foi feita. Ex: **Adiciona tela de início.**

F.3.3 Política de Branches

As branches serão criadas com base no modelo estabelecido pelo [Gitflow](#).

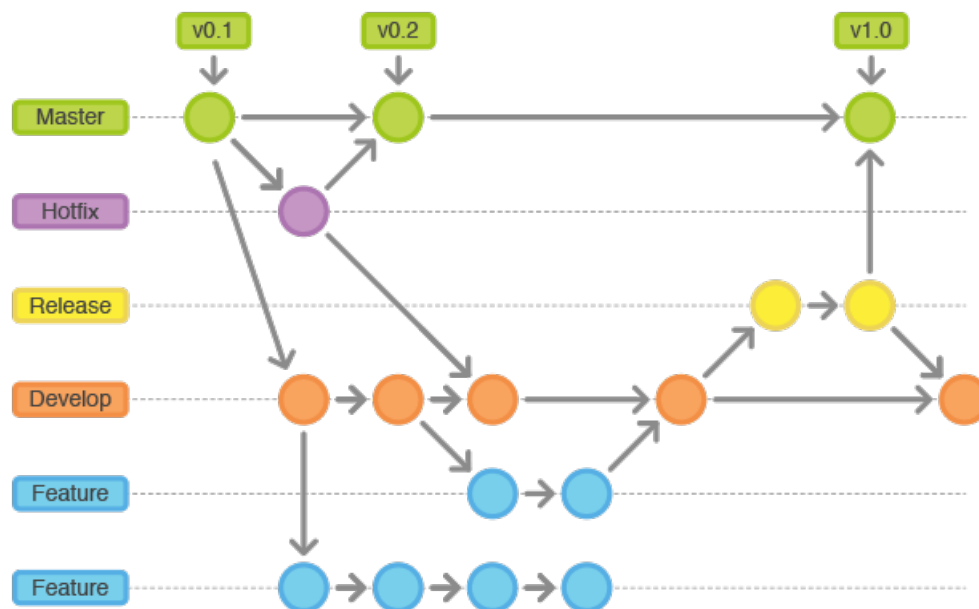
A **master** é a *branch* principal do projeto. Ela conterá todas as funcionalidades estáveis e homologadas.

A **develop** é a *branch* de desenvolvimento. Todas as *branches* (**bug**, **hotfix**, **user story** ou **task**) deverão ser criadas a partir dela e quando finalizadas, mescladas (*merged*) nela a partir do *Pull Request*.

A **release** é a *branch* que será usada para homologar novas funcionalidades. Após aprovação, será mesclada na *master*. Ex.: release/0.1.0

A **hotfix** é a *branch* que será usada quando tiver um erro crítico na **master**, *branch* de produção. Ex.: hotfix/bug-alteracao-senha

As *branches* para as **features** deverão ser criadas a partir da **develop** e deverão ser nomeadas com a numeração e nome da História de Usuário a ser desenvolvida. Ex.: feature/us10-perfil-usuario



F.3.4 Política de Versionamento

Os *Pull Requests* (PR) poderão ser abertos durante o desenvolvimento da *feature*, como *draft* (rascunho) para ser acompanhado, ou após a finalização da implementação. Para o PR ser considerado completo para ser revisado, ele deverá seguir alguns requisitos:

- Seguir o *template* para PRs;

- padrão de *branches*;
- padrão de *commits*;
- ter todas as tarefas da História de Usuário realizadas;
- Ter a *build* no *Continuous Integration* (CI) construída com sucesso.

F.4 Pipeline

O pipeline de integração contínua deve possuir os passos de verificação de estilo de código, *build* e testes. Essas etapas devem ser gerenciadas por uma ferramenta de *Continuous integration* (CI). O CI deve ser executado toda vez que um PR for aberto e deve ser um critério bloqueio de *merge*. Enquanto o PR estiver aberto, todo *push* na *branch* executará uma verificação no CI.

APÊNDICE G – Questionário

- Quantos litros você considera suficiente para fabricação caseira ?
- Quais os tipos de cerveja seu paladar mais aprecia ?
- Quais as maiores dificuldades na hora da fabricação ?
- Quanto você gastou aproximadamente com seus equipamentos para fabricação de cerveja ?
- Até quanto você pagaria por uma microcervejaria automatizada ?
- Para um sistema de 3 painéis, o quão importante é a portabilidade ?