

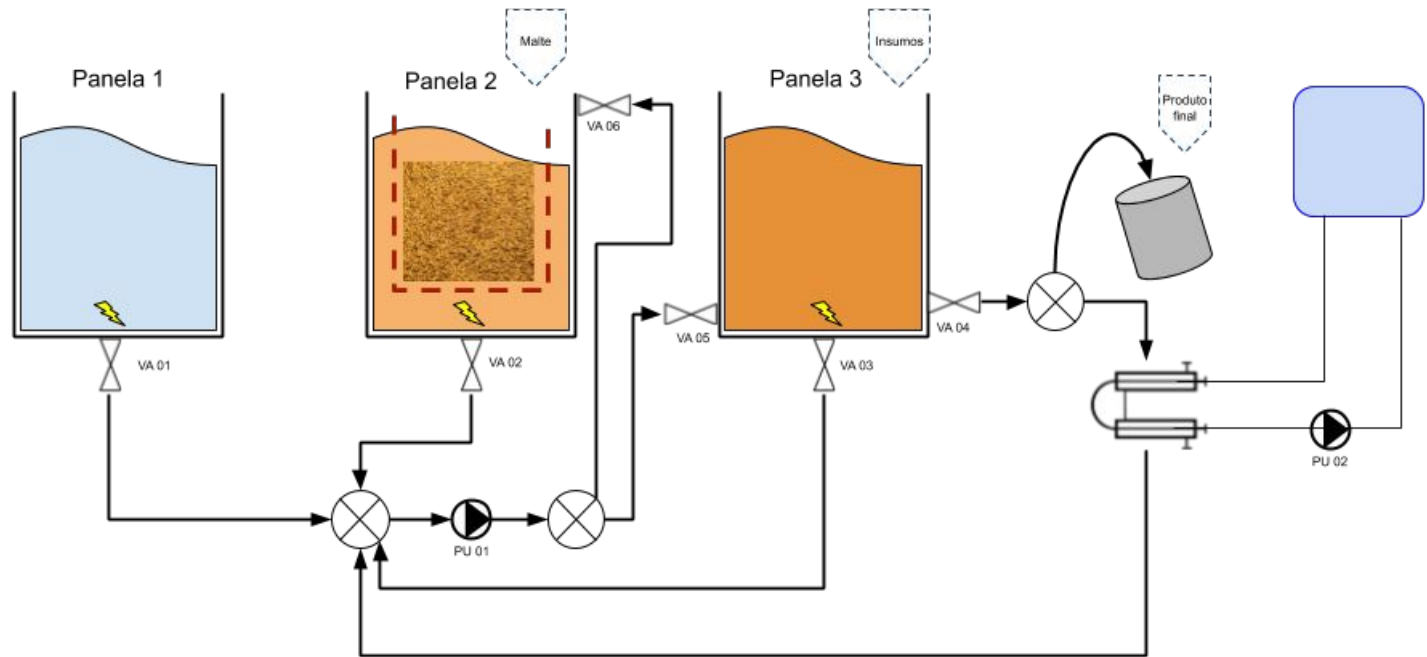


Home beer

Microcervejaria automatizada

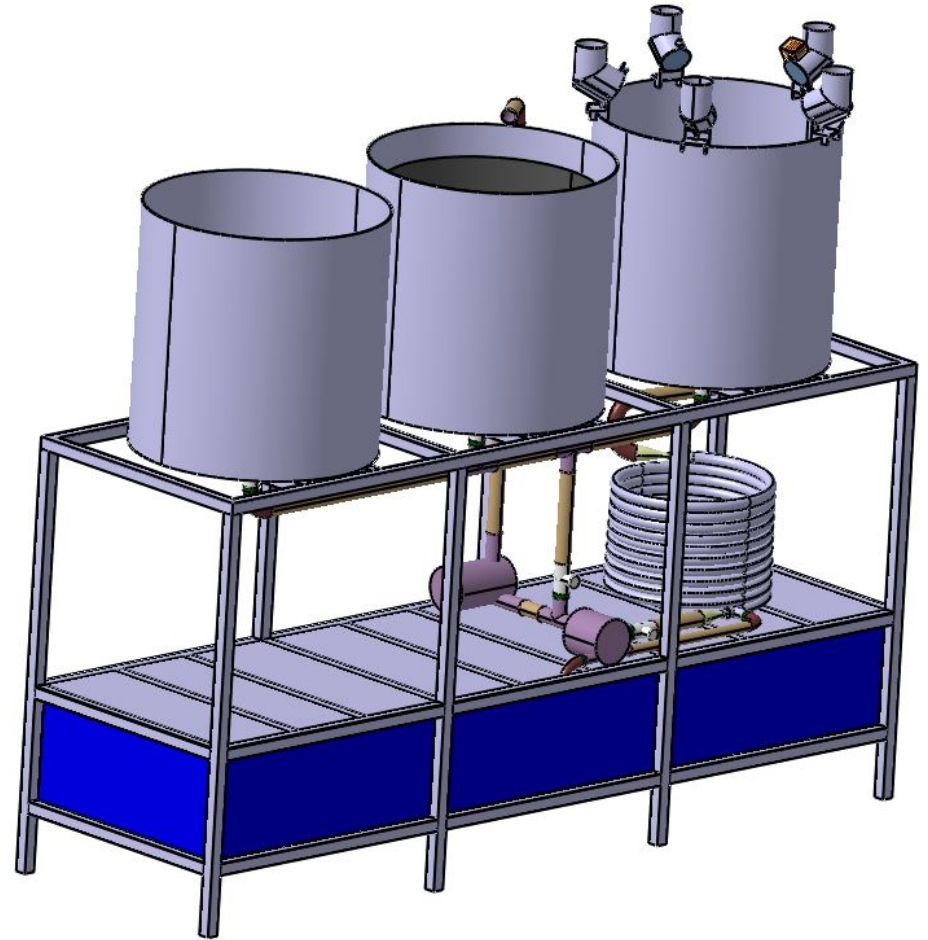


Solução Geral



Solução estrutural

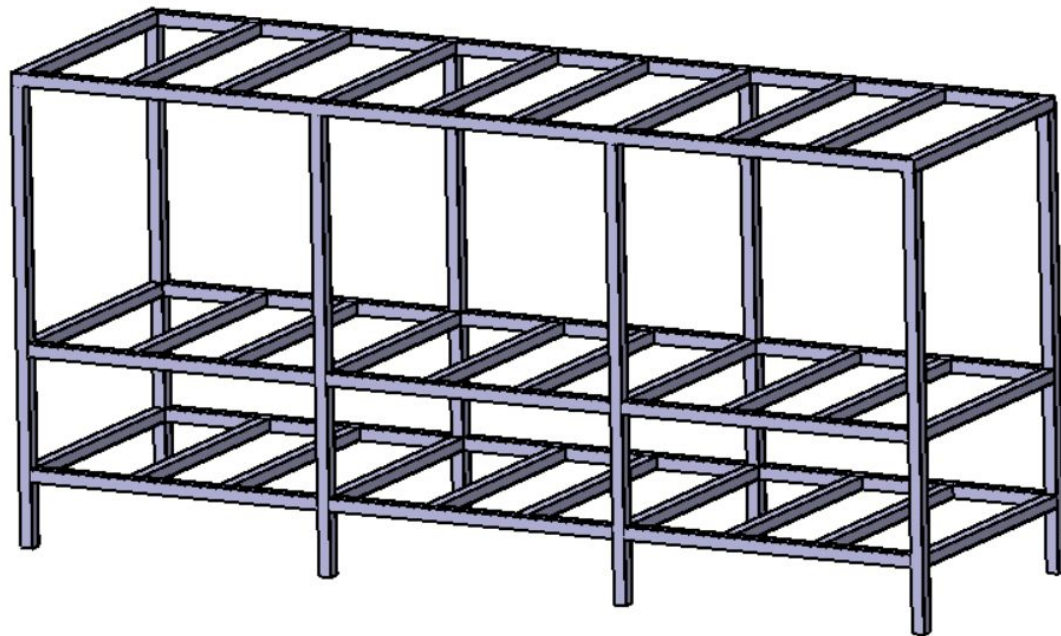
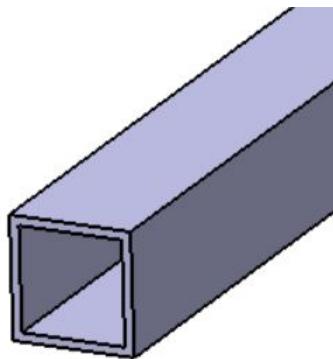
- ❖ Estrutura principal
- ❖ Conjunto panela-filtro
- ❖ Tubulação
- ❖ Trocador de calor
- ❖ Reservatório de água
- ❖ Dimensionamento das bombas
- ❖ *Whirlpool*
- ❖ Alimentador de insumos



Estrutura principal

Material:

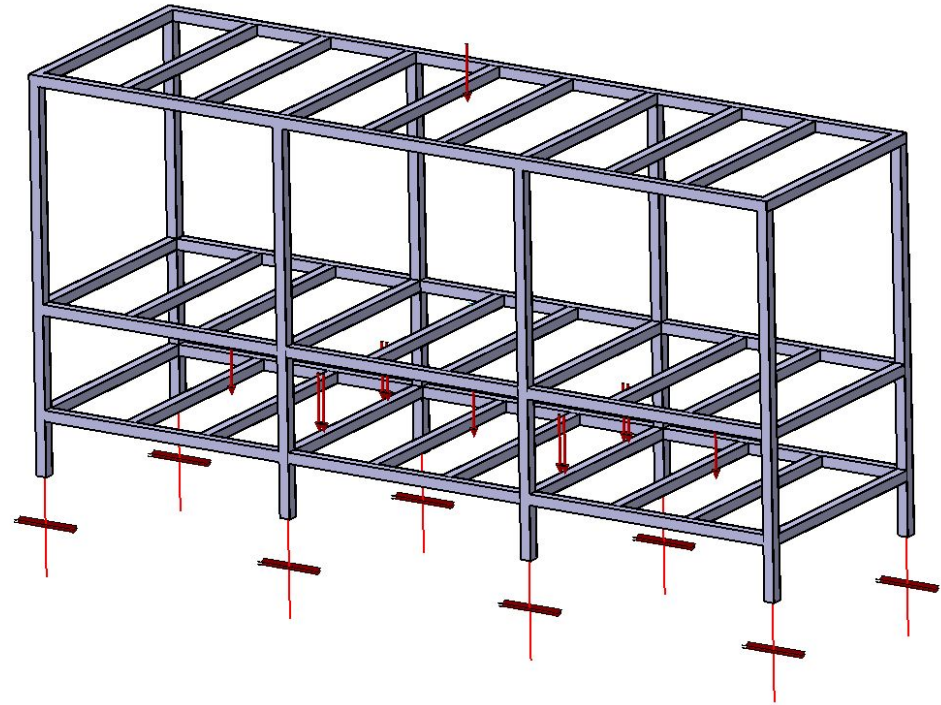
- ❖ Aço 1020 galvanizado
20x20mm e espessura de
1,5mm



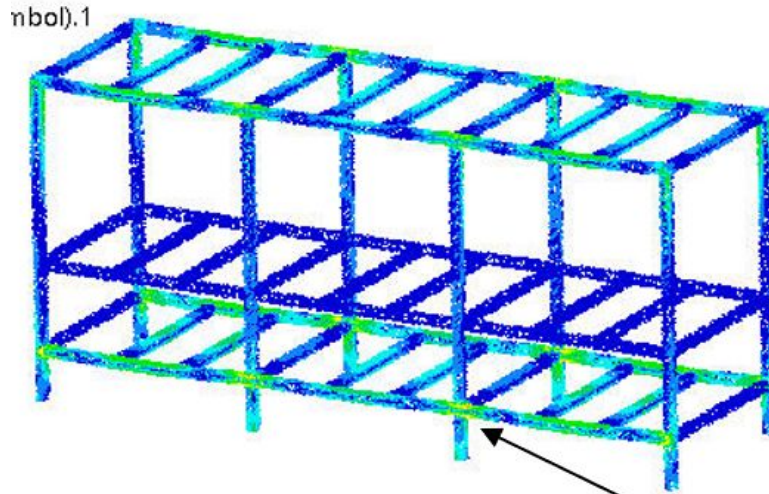
Estrutura principal - simulação estrutural

Condições de contorno

- ❖ 900 N
 - Painelas cheias
- ❖ 1000 N
 - Reservatório d'água
- ❖ Deslocamento da base no plano XY



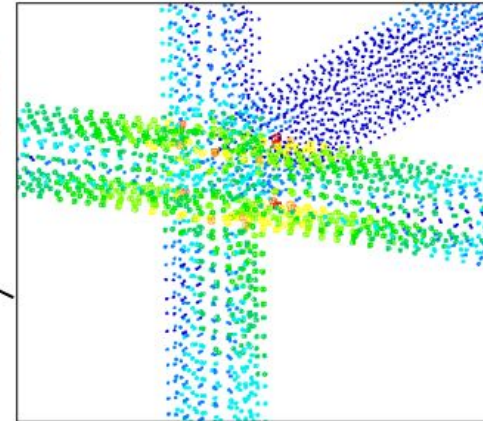
Estrutura principal - resultado



Tensão máxima: 12,9 Mpa

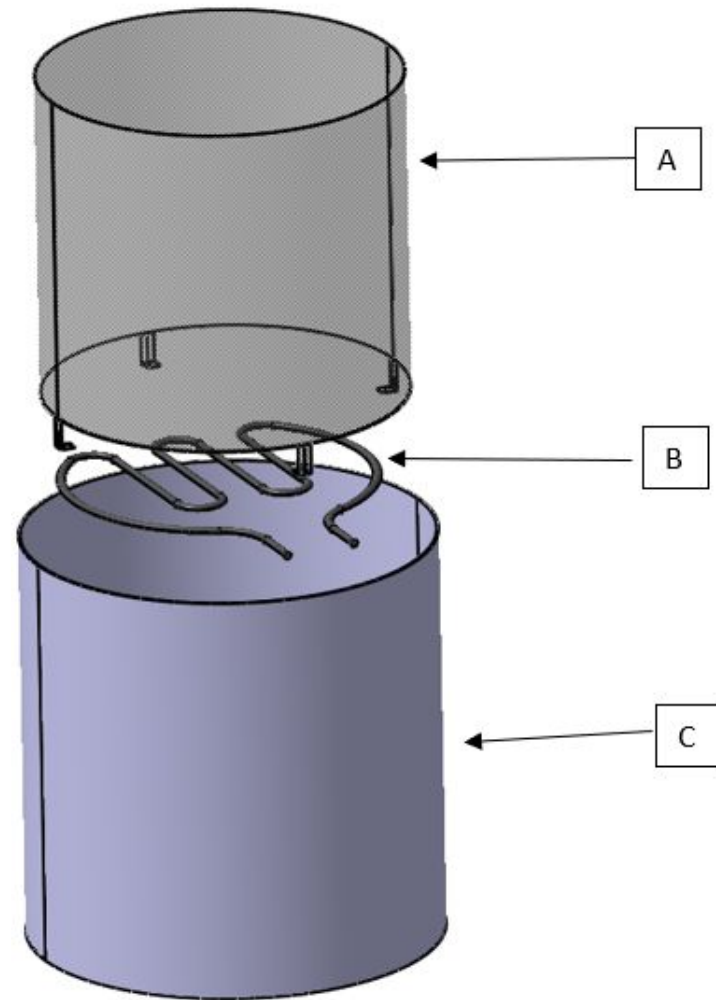
Tensão de escoamento: 210 Mpa

Coeficiente de segurança: 16



Conjunto panela-filtro

A	Filtro
B	Resistência
C	Panela



Panela

- ❖ 3 panelas de 50 L (400x400mm)
- ❖ Aço inox



Resistência

- ❖ Resistência de 5000 W

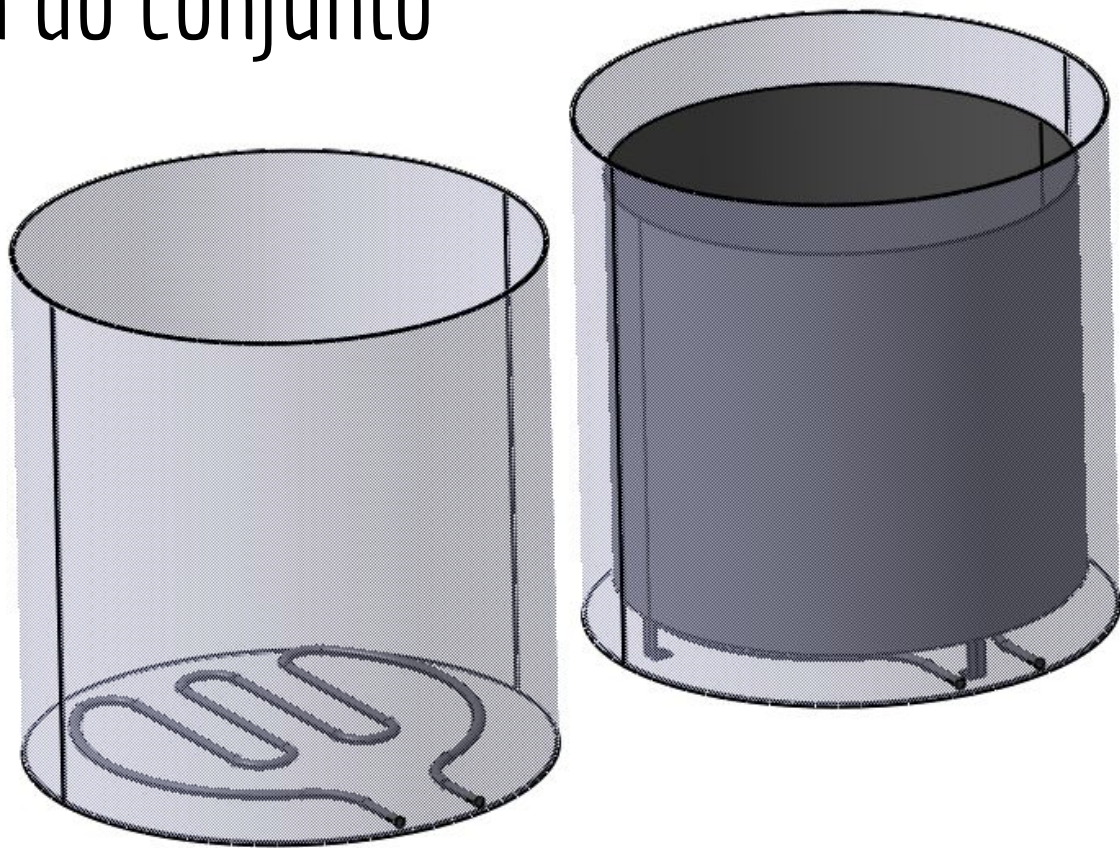


Filtro

- ❖ Malha de 300 μm (355x320mm)
- ❖ Aço inox

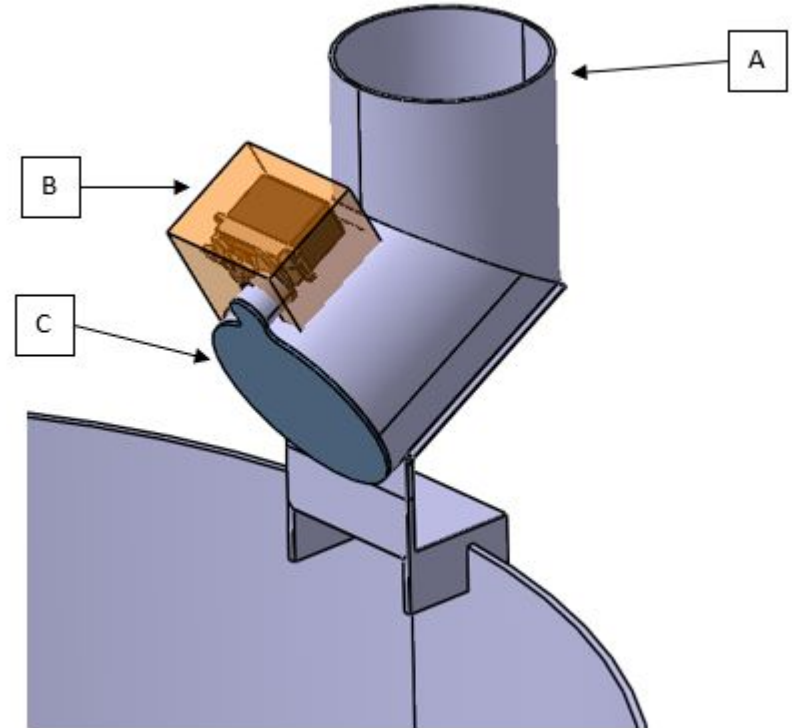
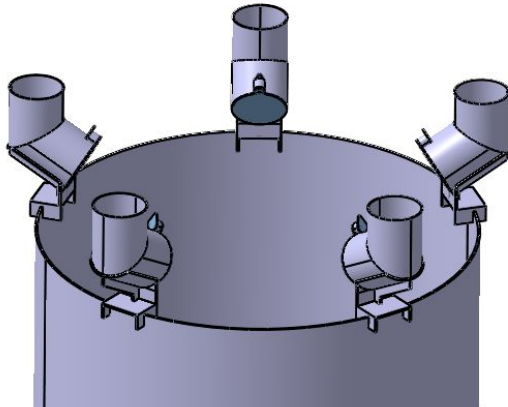


Montagem do conjunto

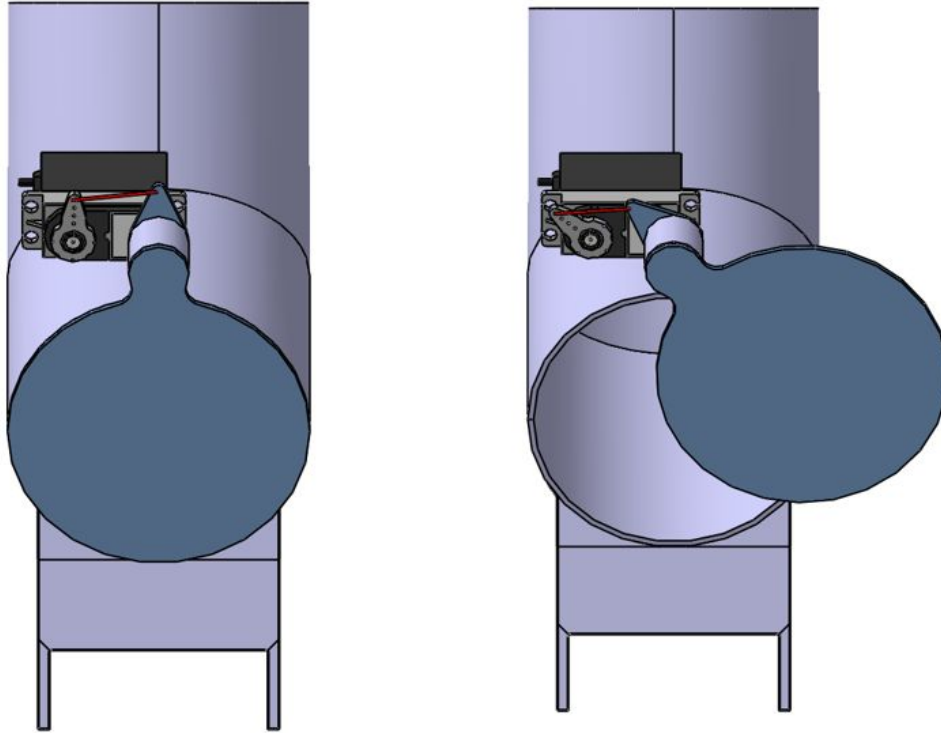


Alimentador de insumos

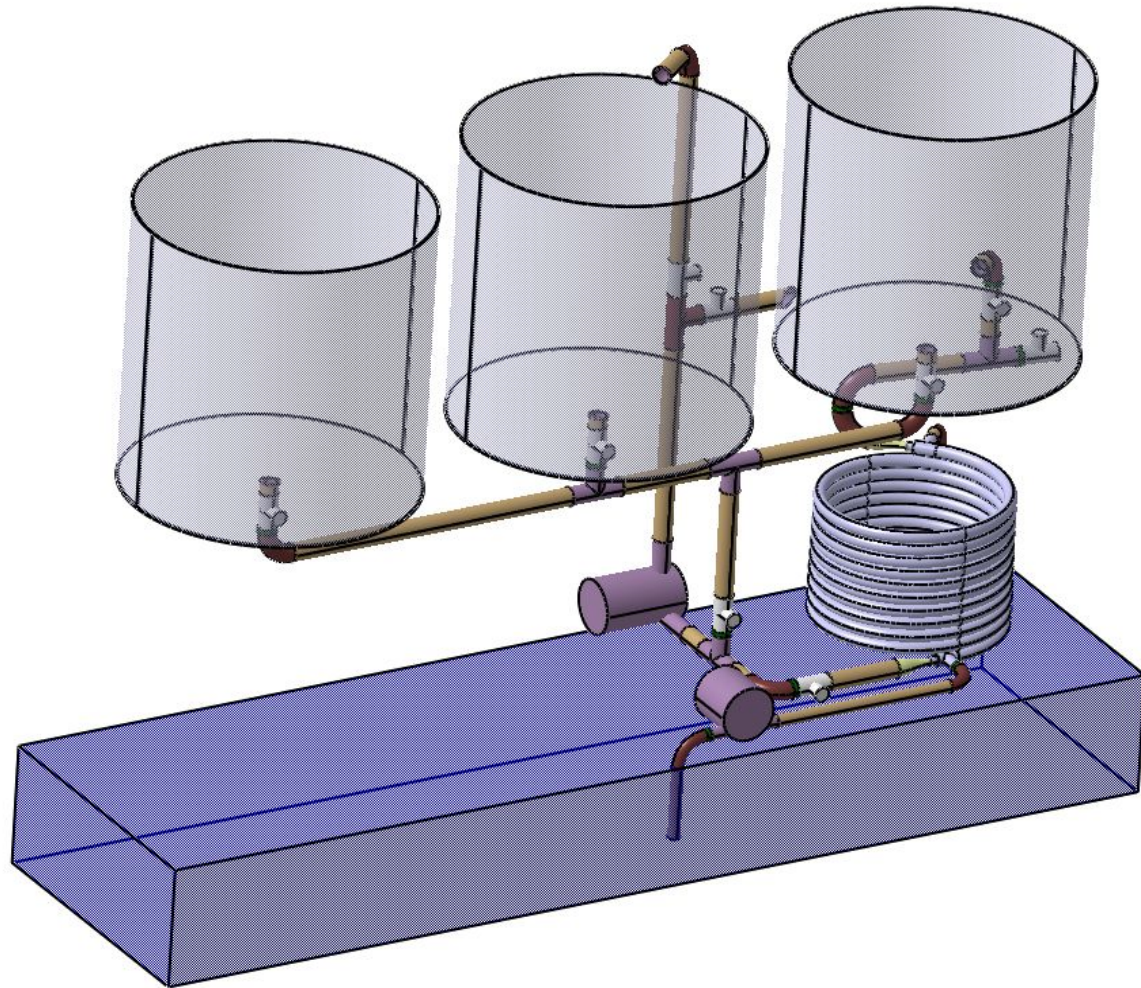
A	Suporte para insumos	Alumínio
B	Case para servo	Acrílico
C	Tampa	Acrílico



Alimentador de insumos - funcionamiento

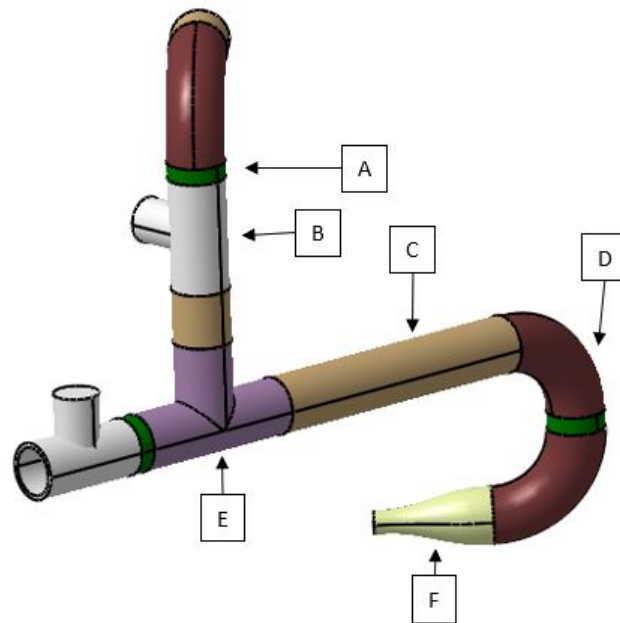


Tubulação



Tubulação

Item	Nome	Quantidade 1" (33,4 mm)	Quantidade 3/8" (17.25 mm)
A	Niple	8	2
B	Válvulas	9	1
C	Tubo	2 m	0,6 m
D	Curva 90°	7	3
E	TEE	5	-
F	Redutor	2	-



Trocador de Calor

	Mosto	Água
Temperatura de Entrada (°C)	100°C	20°C
Temperatura de Saída (°C)	25°C	35°C
Vazão Volumétrica	2 L/min	10 L/min
Diâmetro externo dos tubos	10,29 mm	17,15 mm
Espessura dos tubos	1,24 mm	1,65 mm
Comprimento dos tubos	8,155 m	8,155 m



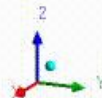
Trocador de tubo duplo com fluxo cruzado - Aço inox AISI 304 SH10s

Trocador de Calor



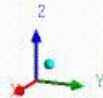
ANSYS
2019 R3

0 0.025 0.050 0.075 0.100 (m)



ANSYS
2019 R3

0 0.025 0.050 0.075 0.100 (m)

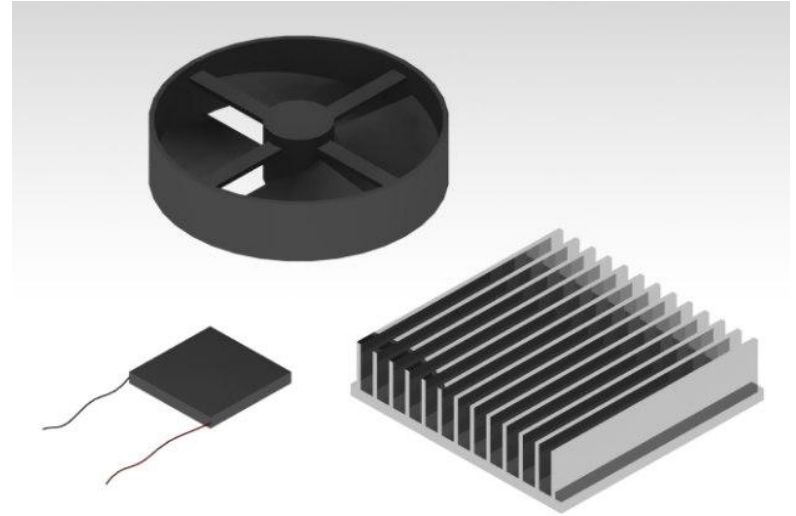
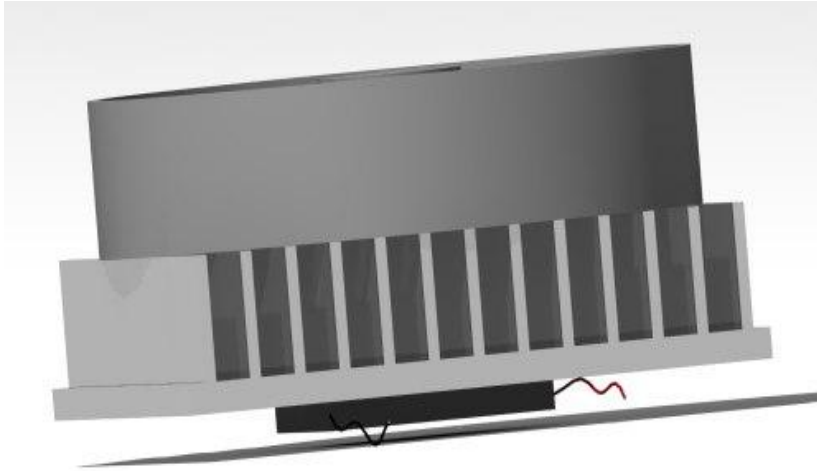


Reservatório

- ❖ Volume de aproximadamente 101L
- ❖ Resfriamento da água até 20°C com placas de Peltier;
- ❖ Dimensões: 1460x410x170 *mm*.
- ❖ Material: Polipropileno de alta densidade;
- ❖ Espessura: 3 mm



Placa de Peltier



Dimensionamento das Bombas

❖ Requisitos das bombas:

- Suprir as maiores perdas de carga através da tubulação e do trocador de calor.
- A bomba principal deve ter temperatura de operação de até 100°C.
- Vazão específica para o trocador de calor, para maior eficiência no resfriamento.

Fase	Vazão	Diâmetro hidráulico
Água em contra-fluxo	10 L/min	13,85 mm
Mosto em contra-fluxo	2 L/min	7,81 mm
Todo o resto	26 L/min	27,86 mm

Dimensionamento das Bombas

❖ Maiores perdas:

Fase	Perda de pressão
Água em contra-fluxo	7150,2 Pa
Mosto em contra-fluxo	4856,4 Pa
Todo o resto	12680,7 Pa

❖ Características das bombas escolhidas:

Pressão máxima	Vazão máxima	Temperatura máxima
$6 \cdot 10^5$ Pa	26 L/min	100 °C

- As bombas suprem as necessidades do projeto.

Whirlpool

❖ Objetivo:

- Agitar e mover as partículas sólidas do mosto para que elas se assentem no fundo da panela.

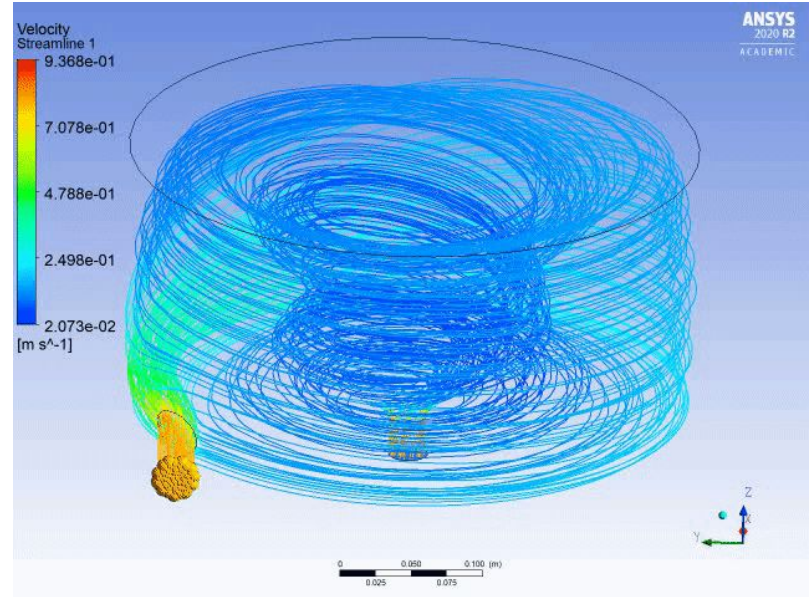
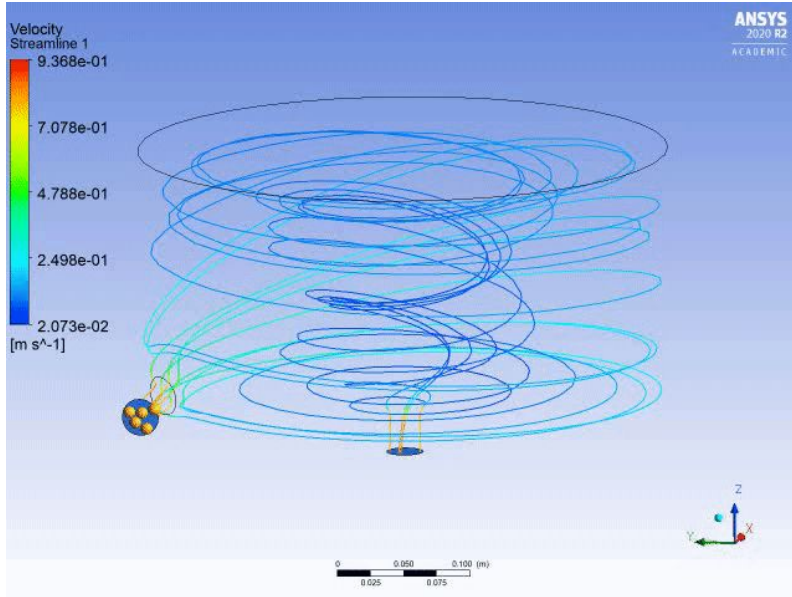
❖ Simulação em CFD (ANSYS):

- Como as propriedades da água são próximas às do mosto, a simulação foi feita com a água, para fluido viscoso e incompressível, porém com valores de viscosidade do mosto.
- Condições de entrada:

Vazão volumétrica	Diâmetro hidráulico
26 L/min	27,86 mm

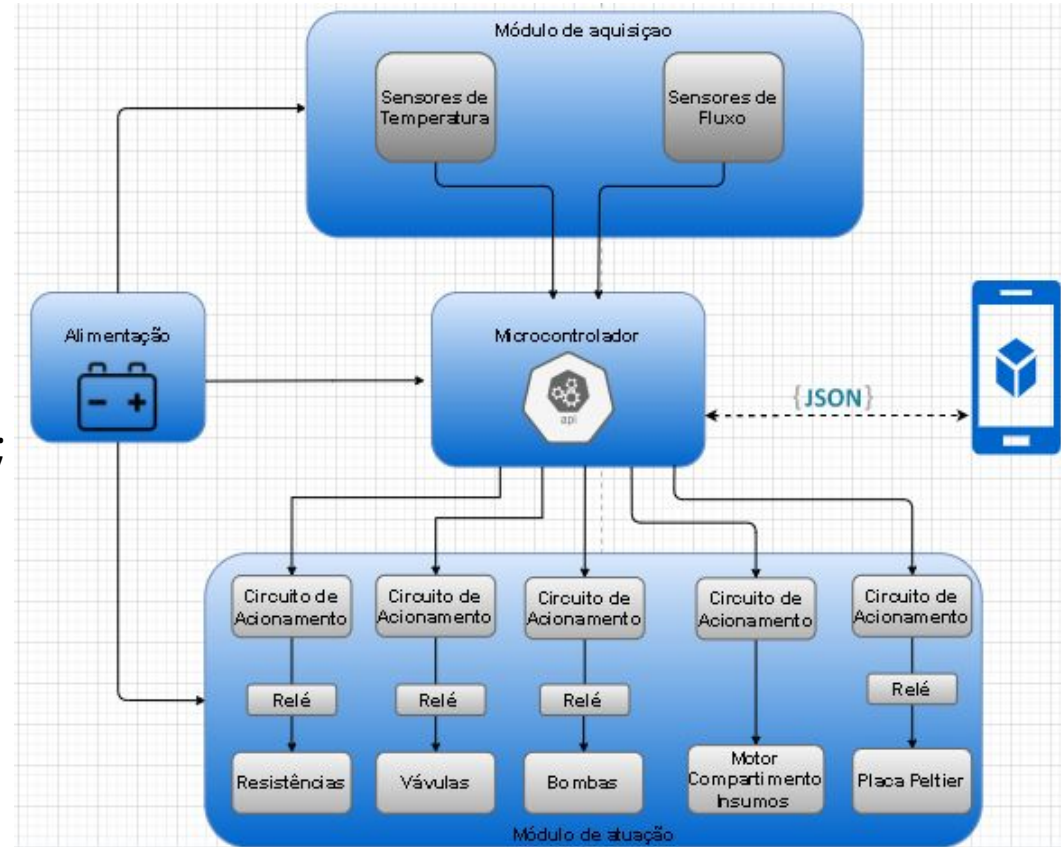
Whirlpool

- ❖ Visualização das linhas de trajetória do fluido, com menos e mais linhas de trajetória.



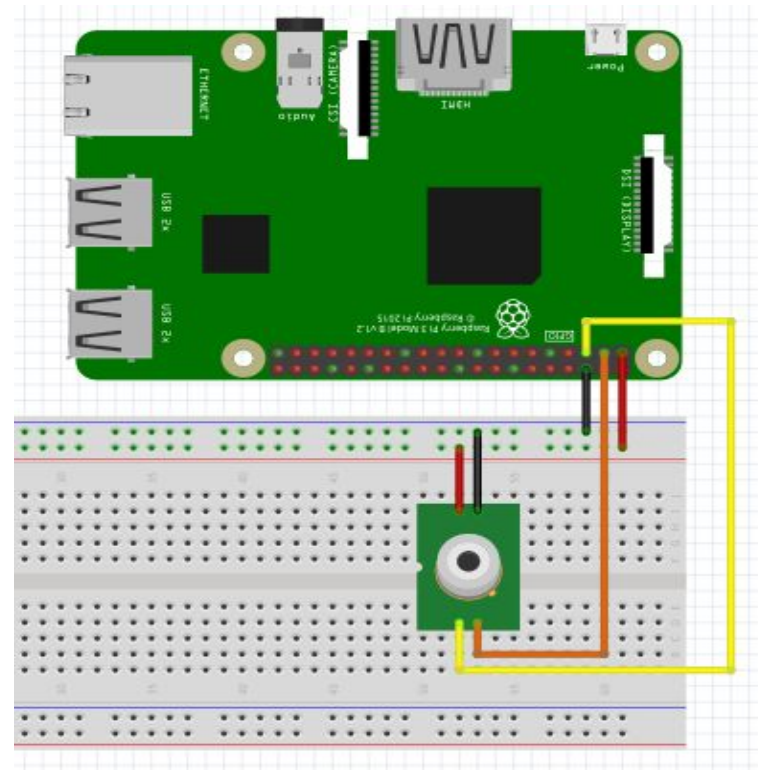
Solução do Sistema Embarcado

- ❖ Módulo do Sistema de Aquisição;
- ❖ Módulo do Sistema de Comunicação;
- ❖ Módulo do Sistema de Atuação;
- ❖ Módulo do Sistema de Alimentação.



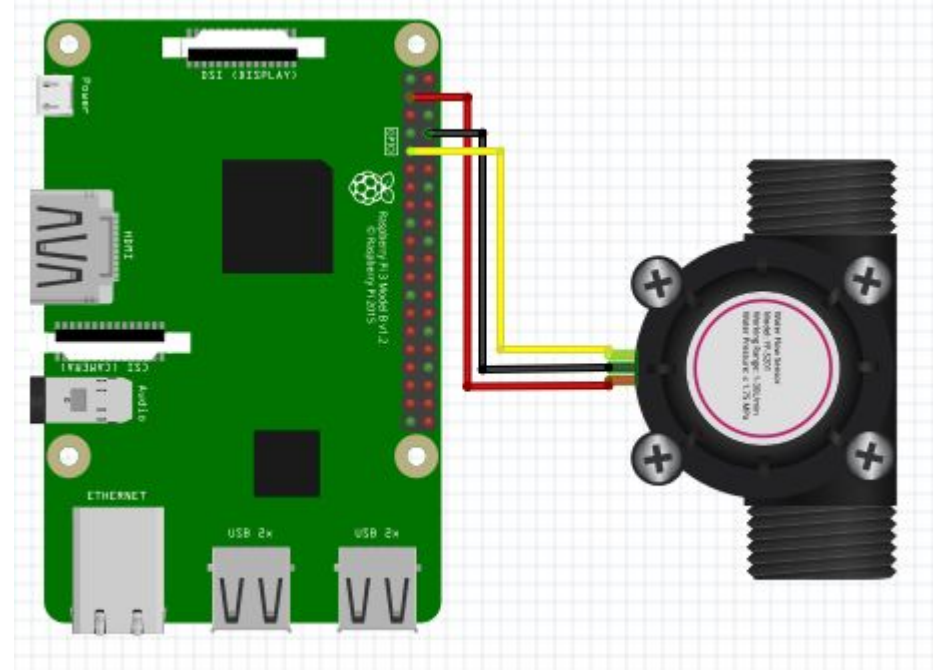
Sistema de Aquisição - Sensor de temperatura IR

- ❖ Modelo MLX90614ESF;
- ❖ Tensão de operação de 5V;
- ❖ Resolução de 10-bit PWM;
- ❖ Precisão de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$.



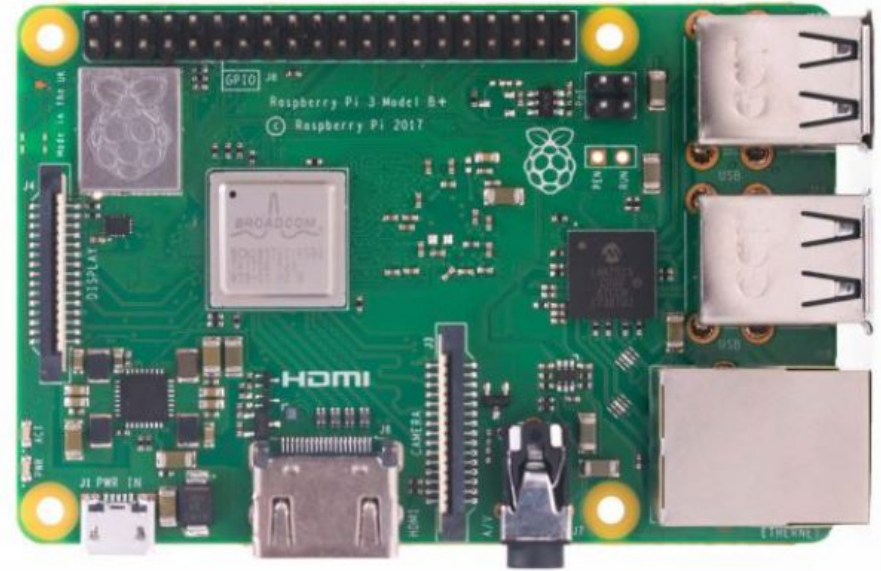
Sistema de Aquisição - Sensor de fluxo

- ❖ Modelo 1/2" YF-S201b;
- ❖ Tensão de operação de 5V;
- ❖ Instalado em linha com a tubulação;
- ❖ Pulsos PWM para o controlador.



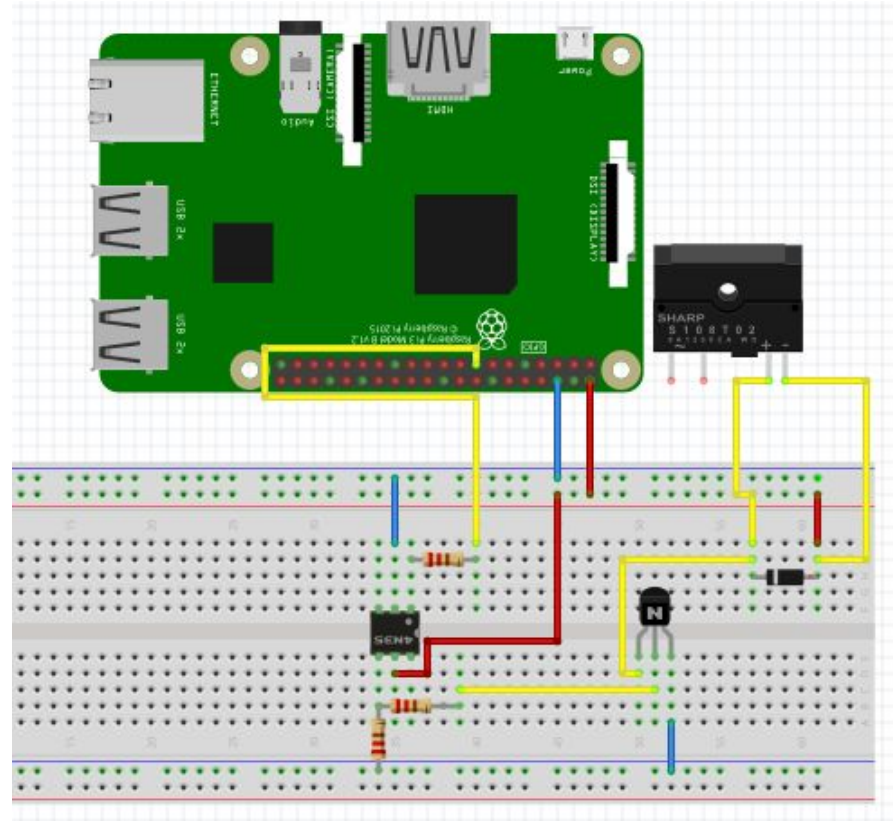
Sistema Comunicação

- ❖ Raspberry pi 3 B+;
- ❖ Wifi integrado a placa;
- ❖ GPIO de 40 pinos;
- ❖ Dispensa o uso de módulos extras.

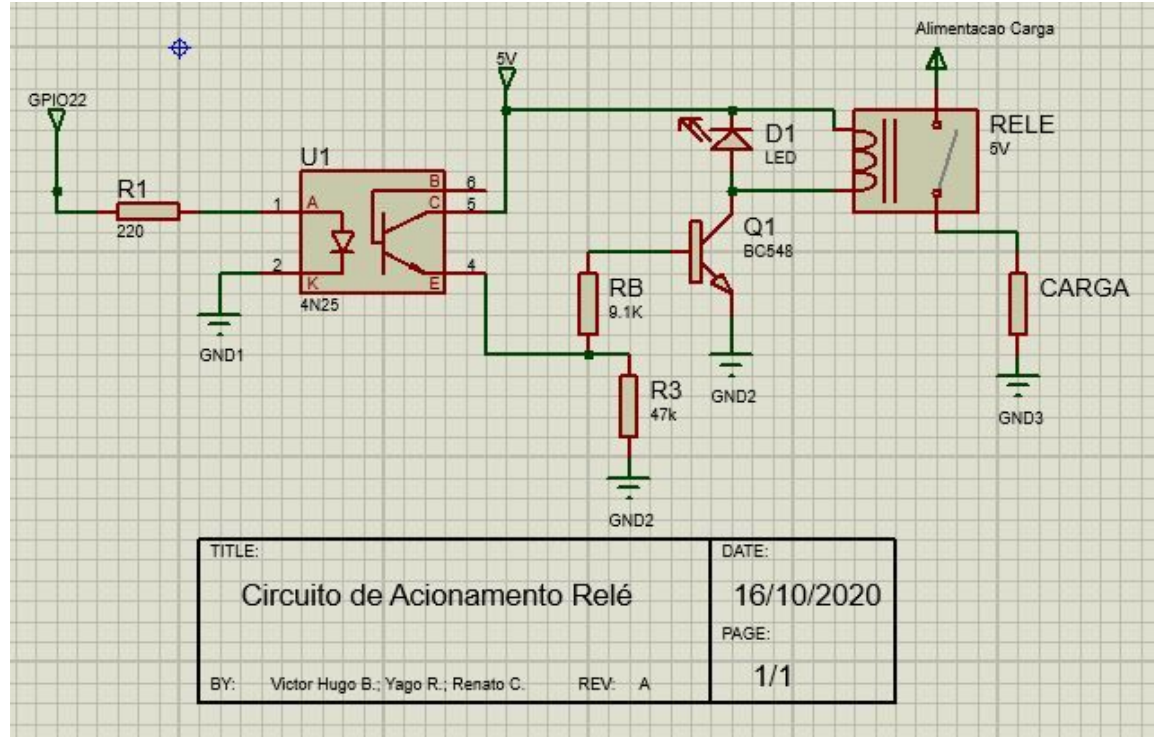


Sistema de Atuação - Circuito de acionamento

- ❖ Acionamento com 3.3V;
- ❖ Proteção e isolamento.



Sistema de Atuação - Circuito de acionamento



Sistema de Atuação - Válvula eletro-mecânica

- ❖ Modelo VS4213ITHUS;
- ❖ Tensão de operação de 220V;
- ❖ Temperatura máxima de 240°C;
- ❖ Pressão máxima de até 12 bar.



Sistema de Atuação - Bomba

- ❖ Modelo RB7BC120BZ2V;
- ❖ Tensão de operação de 220V;
- ❖ Temperatura máxima de 110°C;
- ❖ 120W de potência máxima;
- ❖ Vazão de 26L/min.



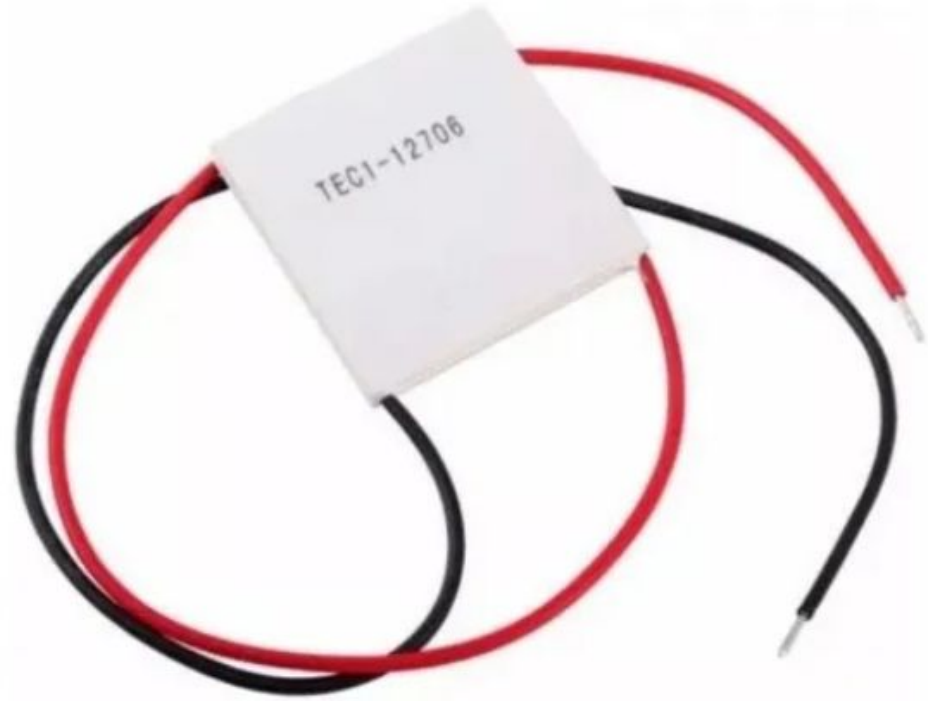
Sistema de Atuação - Motor suporte de insumos

- ❖ Modelo 9g SG90;
- ❖ Tensão de operação de 5v;
- ❖ Torque máximo de 1,5kg.cm.



Sistema de Atuação - Placa Peltier

- ❖ Tensão de operação de 12v;
- ❖ Potência máxima de 72W.



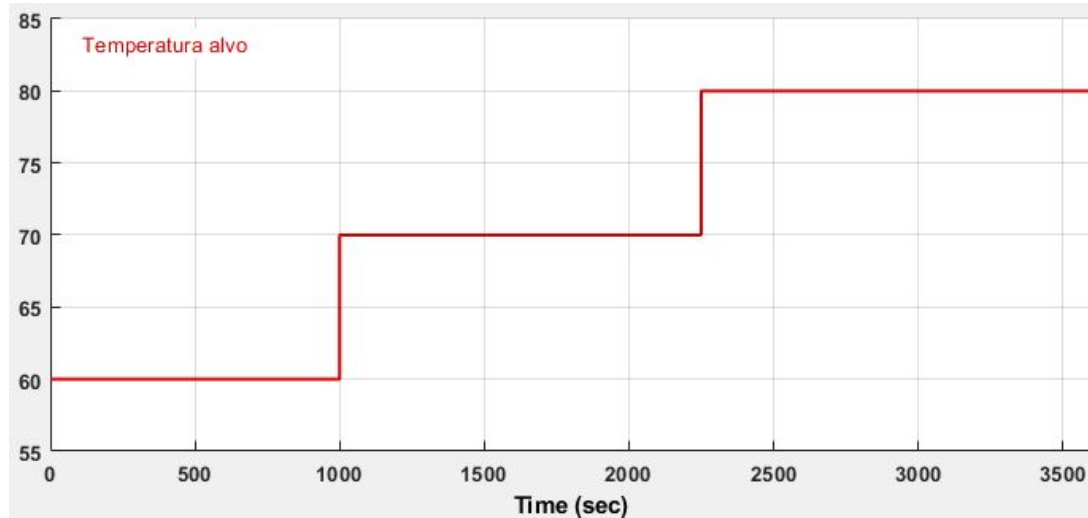
Sistema de Atuação - Resistência

- ❖ Potência máxima de 5000W;
- ❖ Tensão de operação de 220V.



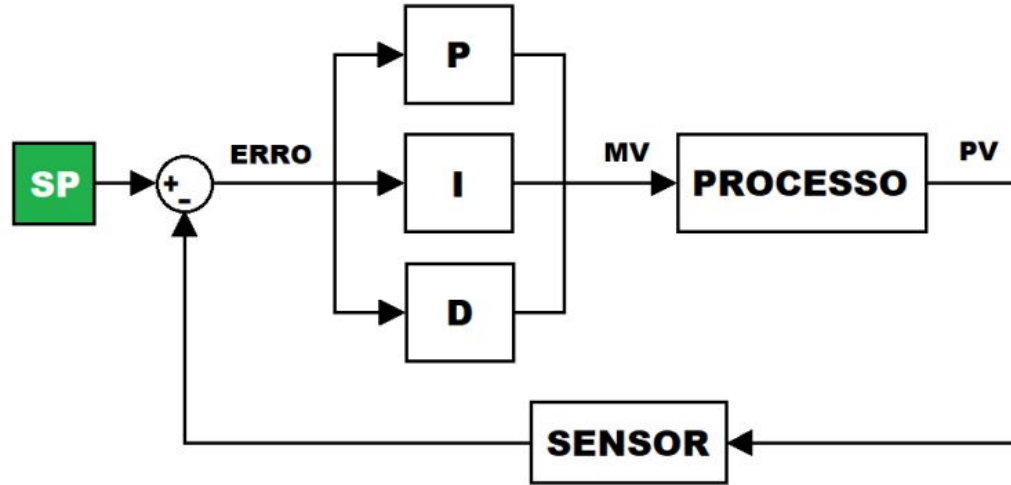
Controle de temperatura

- ❖ Temperatura e tempo ;
- ❖ Degraus de temperatura das receitas ~ 10°C.



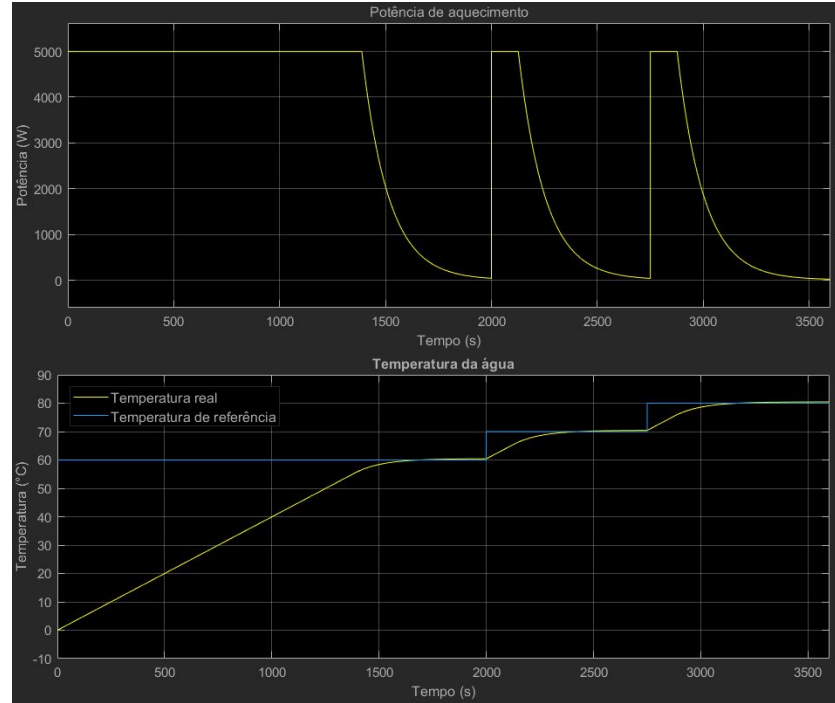
Controle de temperatura

- ❖ Controlador PID;
- ❖ Acionamento de resistência elétricas;
- ❖ PWM;



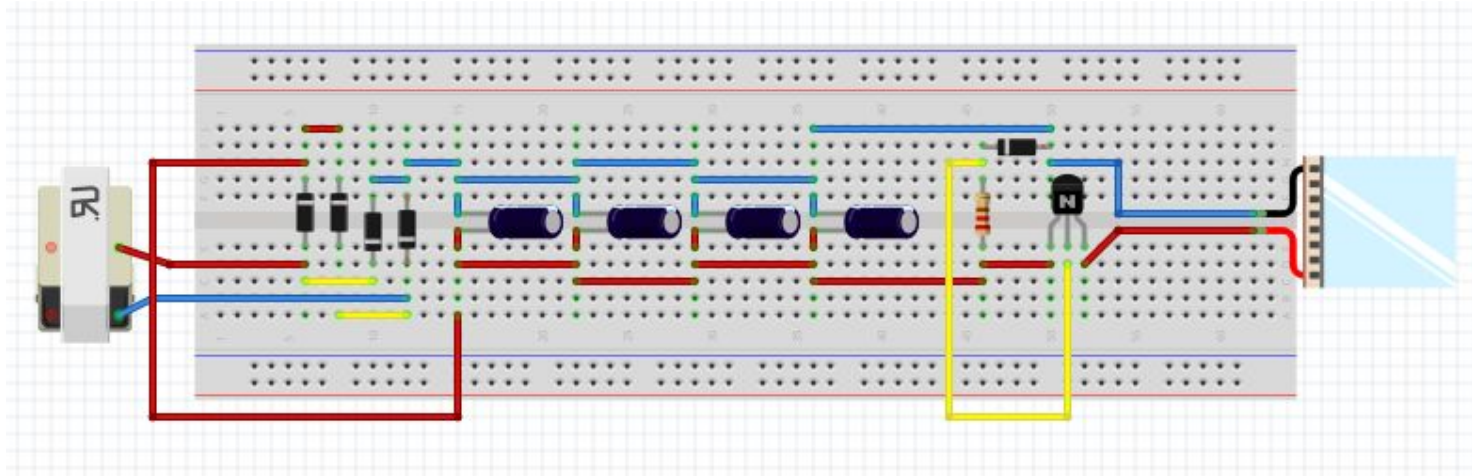
Controle de temperatura

- ❖ Transformar a saída do controlador em PWM;
- ❖ Chaveamento das resistências utilizando o circuito de acionamento de relés;
- ❖ Aquecimento de 25 a 60°C = 17 min;
- ❖ Degraus de $\Delta 10^\circ\text{C} = 7$ min;
- ❖ Ganhos $K_p = 1000$ e $K_i = 0,01$.

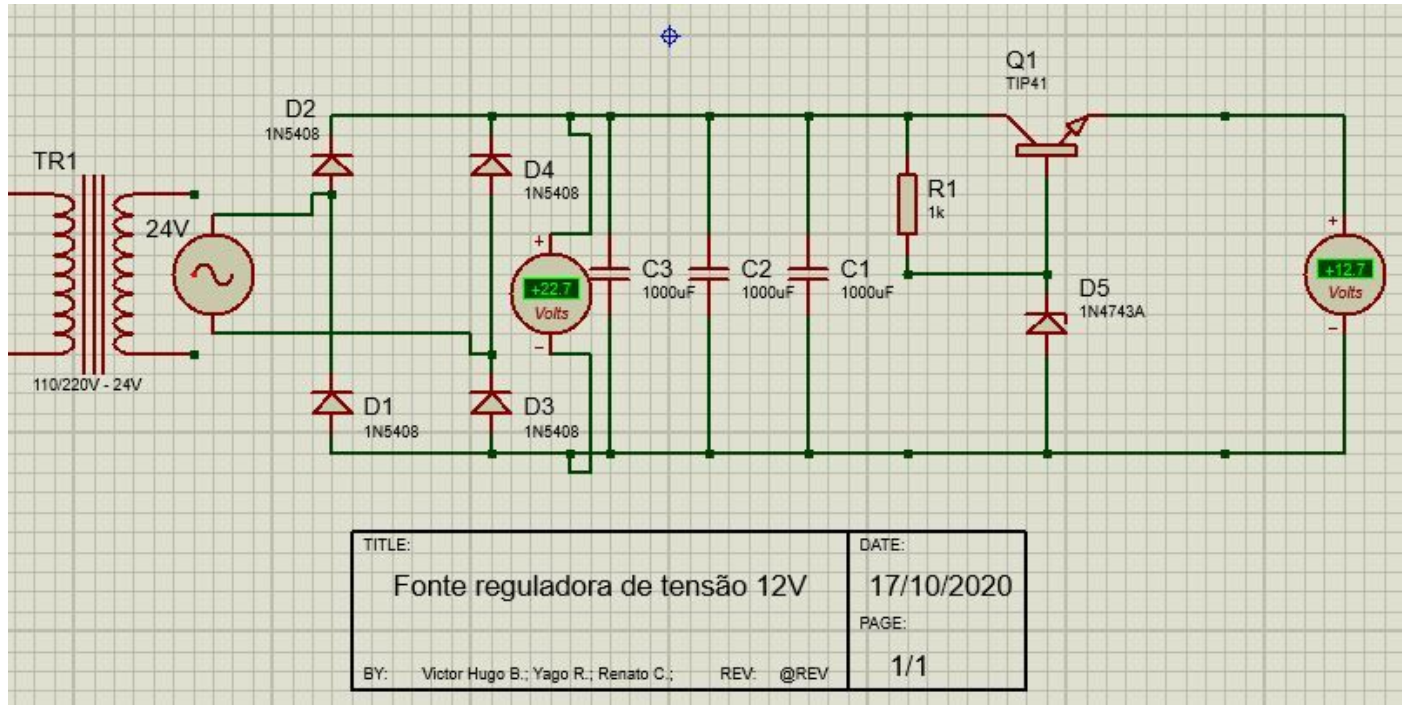


Sistema de Alimentação - Fonte placa de peltier

- ❖ Fonte reguladora 12V;
- ❖ Circuito retificador;
- ❖ Circuito regulador.



Sistema de Alimentação - Fonte placa de peltier



Solução de Software

- ❖ Documentação;
- ❖ Mock da API;
- ❖ Skill da Alexa;
- ❖ Aplicativo.



Documentação



Mock API



Skill Alexa



Aplicativo Mobile

Documentação

- ❖ Diagramas;
- ❖ Documentação da API;
- ❖ Plano de Testes.

```
[{
  "nome": "string",
  "descricao": "string",
  "tempoMedio": "string",
  "quantidadeLitros": "number",
  "ingredientes": [{
    "nome": "string",
    "quantidade": "string",
    "unidadeMedida": "enum"
  }],
  "aquecimento": {
    "temperatura": "number"
  },
  "brassagem": [{
    "tempo": "number",
    "temperatura": "number"
  }],
  "fervura": {
    "tempoTotal": "number",
    "ingredientes": [{
      "tempo": "number",
      "nome": "string",
      "quantidade": "string",
      "unidadeMedida": "enum"
    }]
  }
}]
}
```

Mock API

- ❖ Rotas;
- ❖ Autenticação;
- ❖ Requisições;
- ❖ Seeds.

```
← → ↻ 🔒 api-homebeer.herokuapp.com/receitas

[
  {
    "nome": "American IPA",
    "descricao": "Cerveja amarga, com um toque suave de lúpulo Columbus",
    "tempoMedio": "135",
    "quantidadeLitros": "20",
    "Ingredientes": [
      {
        "nome": "Água",
        "quantidade": "21",
        "unidadeMedida": "Litros"
      },
      {
        "nome": "Malte Pilsen",
        "quantidade": "5",
        "unidadeMedida": "Kilos"
      },
      {
        "nome": "Malte Melanoidina",
        "quantidade": "1",
        "unidadeMedida": "Kilos"
      },
      {
        "nome": "Lúpulo Herkules",
        "quantidade": "20",
        "unidadeMedida": "gramas"
      },
      {
        "nome": "Lúpulo Cascade",
        "quantidade": "80",
        "unidadeMedida": "gramas"
      },
      {
        "nome": "Lúpulo Columbus",
        "quantidade": "80",
        "unidadeMedida": "gramas"
      },
      {
        "nome": "Fermento US05",
        "quantidade": "1",
        "unidadeMedida": "pacote"
      }
    ]
  },
  "aquecimento": {
```

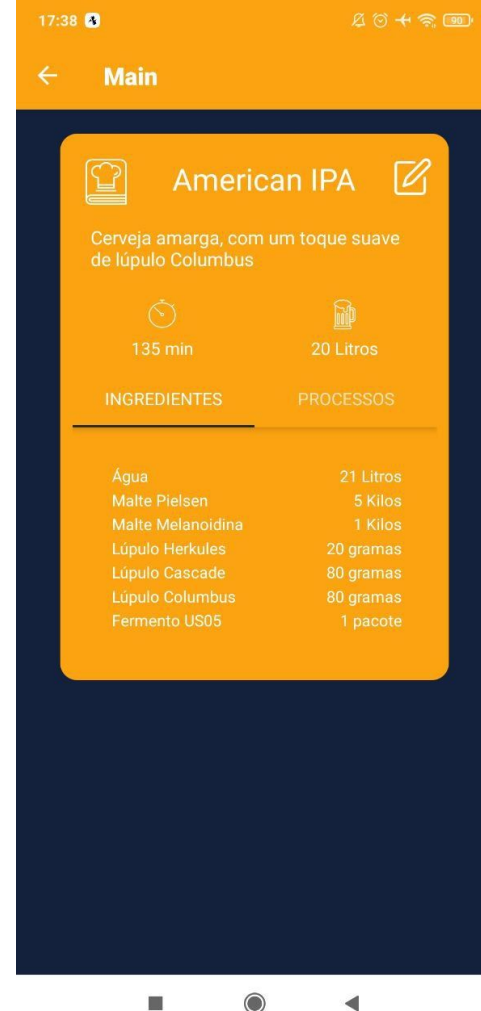
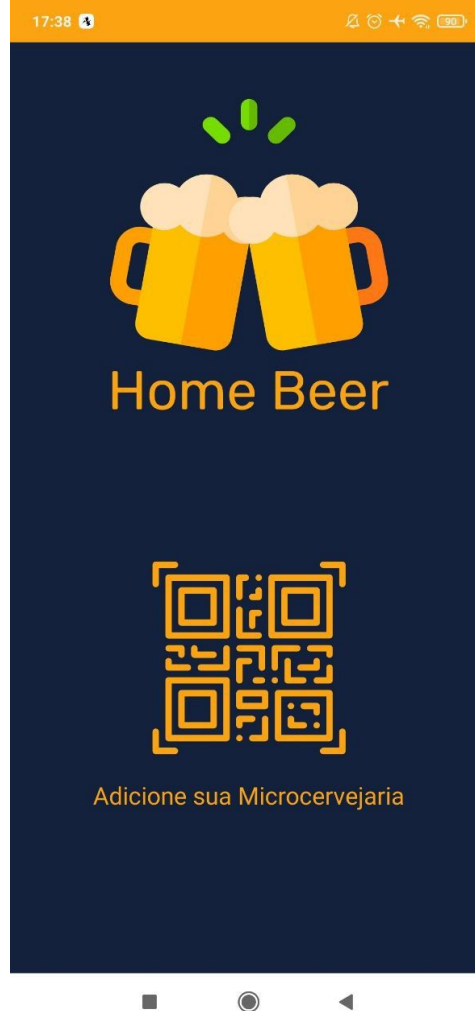
Alexa

- ❖ Intents;
- ❖ Utterances;
- ❖ Função Lambda.

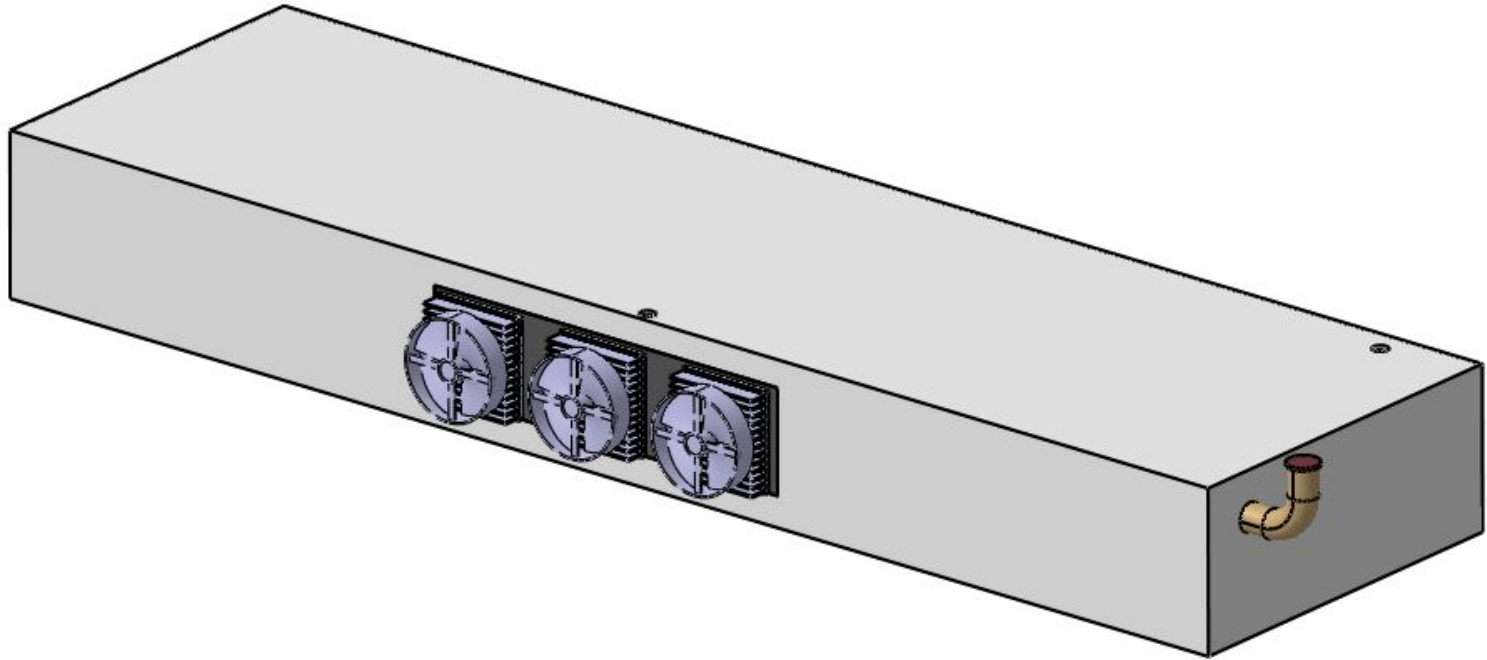


Aplicativo

- ❖ Componentes;
- ❖ Autenticação por QRCode;
- ❖ Integração com a API.

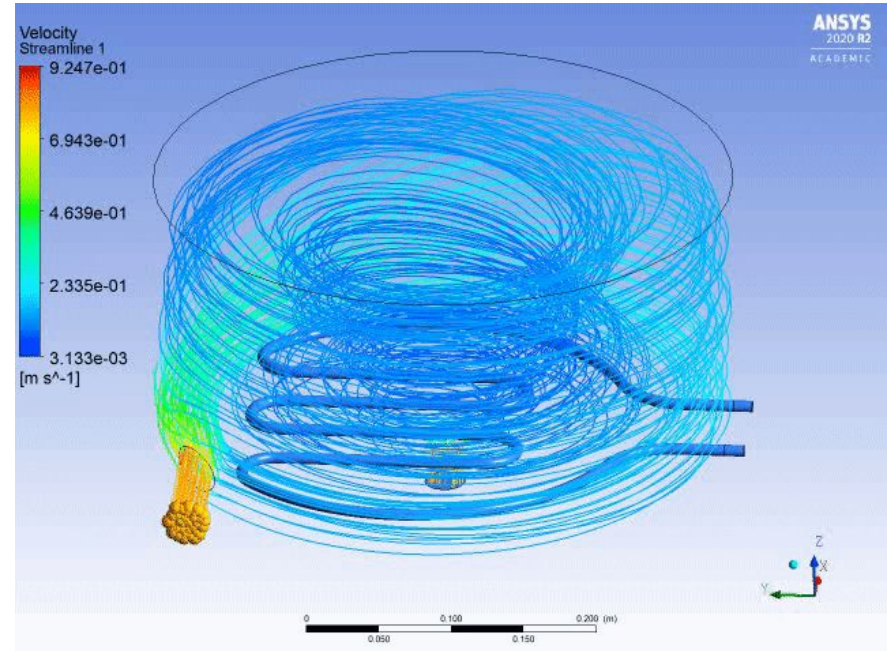
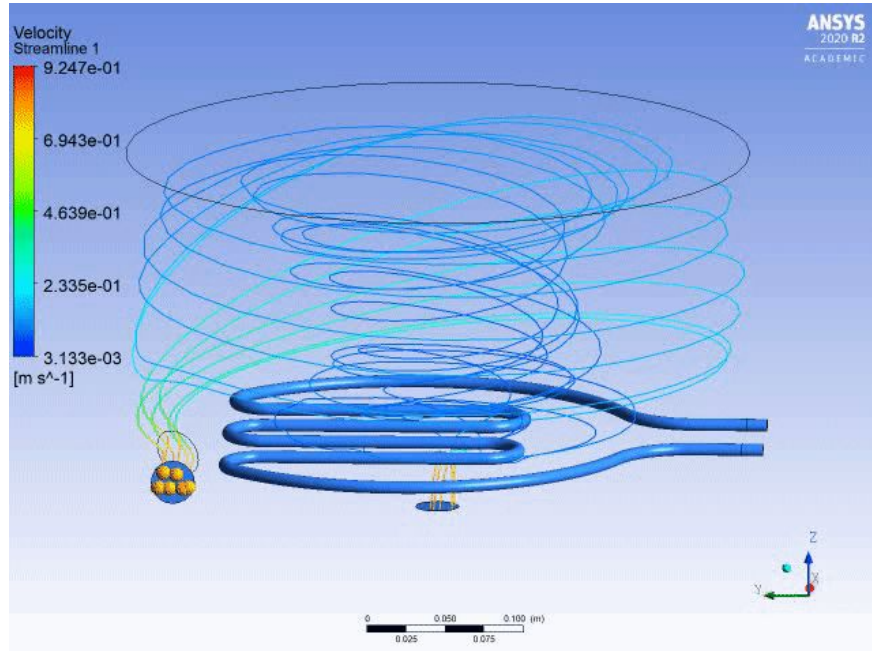


Avanços - Reservatório



Avanços - Whirlpool

- ❖ Integração: Verificou-se que a resistência não inviabiliza a fase de whirlpool.



Avanços - Fonte de alimentação da placa peltier

- ❖ Custo benefício não viabiliza sua produção;
- ❖ Fontes comerciais com melhor custo benefício;
- ❖ Fonte comercial de 12V e 10A custa em média R\$40;
- ❖ Trafo da fonte projetada custa em média R\$75;

OBRIGADO !