

**ES 670A – Projeto de Sistemas Embarcados**  
**Atividade 2**



**UNICAMP**

**Lucas Pavarini**

**182509**

**Eduardo Siqueira Bonfim**

**196308**

**Henrique Akira Akagi**

**198741**

**1 -) Desenvolva uma tabela de requisitos do projeto (inclua requisitos funcionais e não funcionais, inclua também requisitos adicionais aos apresentados).**

Requisitos funcionais

1. Manter a temperatura no valor determinado
2. Fornecer uma interface local para operação
3. Exibir a temperatura atual no LCD
4. Permitir o controle por comandos seriais em interface UART
5. Deve emitir som pelo buzzer ao atingir a temperatura
6. Deve utilizar um cooler para controlar a temperatura

Requisitos não funcionais

1. Deve aquecer o mais rápido possível
2. Overshoot de no máximo 1°C
3. A velocidade do cooler pode ser ajustada
4. Temperatura de no máximo de 80°C

2 -) Represente o hardware do sistema a ser desenvolvido através de um diagrama de blocos. Neste diagrama, detalhe os componentes do sistema e os módulos relevantes do microcontrolador.

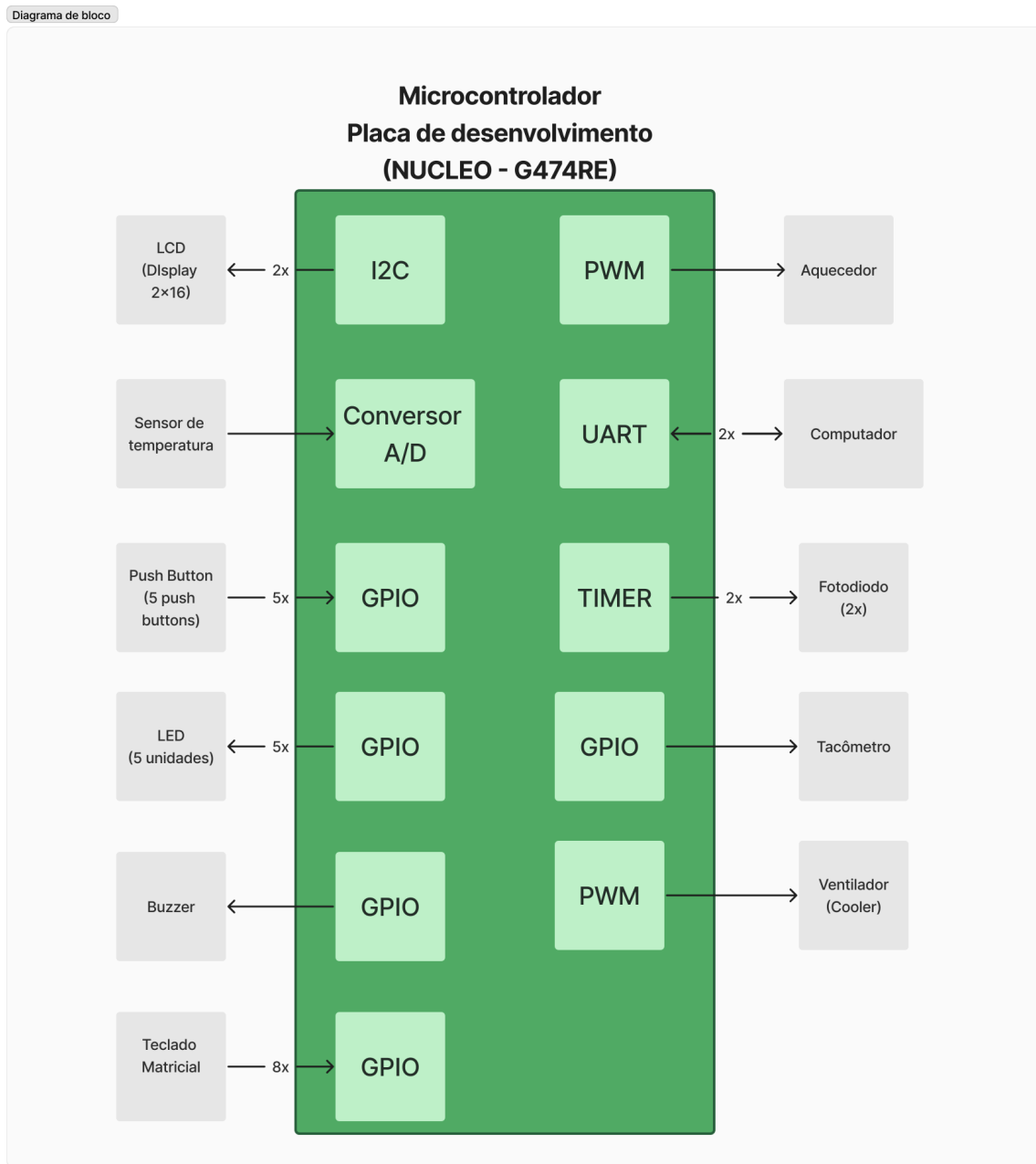


Figura 1: Diagrama de blocos

**3 -) Apresente os principais componentes de hardware e as suas principais características.**

Componentes	Função
Núcleo G474RE	<p><b>Marca:</b> STMicroelectronics</p> <p><b>Modelo:</b> STM32G474RE Núcleo-64</p> <p><b>Microcontrolador:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• STM32G474 (ARM® Cortex®-M4 a 170 MHz) em encapsulamento TQFP 64</li> <li>• Memória Flash: 512 Kbytes</li> <li>• Memória SRAM: 32 Kbytes</li> </ul> <p><b>Conectividade:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• USB Type-C®, Micro-B, ou Mini-B para o ST-LINK</li> <li>• Conector USB Type-C® para o usuário</li> <li>• Conector de depuração MIPI®</li> </ul> <p><b>Outros Recursos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 LED de usuário compartilhado com Arduino™</li> <li>• 1 botão de usuário e 1 botão de reset</li> <li>• Oscilador de cristal de 32,768 kHz</li> <li>• Conectores de placa</li> </ul> <p><b>Especificações Elétricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tensão de alimentação: 3.3 V</li> <li>• Corrente de consumo: 3,5 mA (em modo Stop)</li> <li>• Temperatura de operação: -40°C a +85°C</li> </ul> <p><b>Dimensões:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 68 mm x 56 mm</li> </ul> <p><b>Custo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aproximadamente R\$ 150,00</li> </ul>
Placa Controladora de Temperatura	<p><b>Marca:</b> W1209</p> <p><b>Modelo:</b> W1209</p> <p><b>Especificações:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Faixa de medição de temperatura: -50°C a 110°C</li> <li>• Faixa de controle de temperatura: -40°C a 100°C</li> <li>• Precisão de medição de temperatura: ±0,1°C</li> <li>• Precisão de controle de temperatura: ±1°C</li> <li>• Tensão de alimentação: 12V DC</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corrente de operação: 10mA</li> <li>• Saída de controle: relé 10A</li> </ul> <p><b>Recursos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Controle PID</li> <li>• Calibração de temperatura</li> <li>• Alarme de temperatura alta/baixa</li> <li>• Memória de EEPROM para armazenar as configurações</li> </ul> <p><b>Dimensões:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 79,5 mm x 43 mm x 27 mm</li> </ul> <p><b>Custo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aproximadamente R\$ 20,00</li> </ul>
<b>Cooler</b>	<p><b>Características:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marca: Rise Mode</li> <li>• Modelo: RM-BK-01-FB</li> </ul> <p><b>Especificações:</b></p> <p><b>Geral:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluxo de ar do fan: 50 CFM</li> <li>• Velocidade do fan: 1500 RPM</li> <li>• Voltagem: 12v</li> <li>• Conexão fan: Molex</li> </ul> <p><b>Dimensões:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 120mm x 120mm x 25mm</li> </ul> <p><b>Conteúdo da embalagem:</b></p> <p>Cooler FAN Rise Mode Black 120mm</p> <p><b>Custo:</b></p> <p>Aproximadamente R\$ 8,00</p>

<b>Aquecedor</b>	<b>Marca:</b> Britânia <b>Modelo:</b> AB1200N <b>Potência:</b> 1200W <b>Tensão:</b> 127V <b>Frequência:</b> 60Hz <b>Consumo de energia:</b> 1,2 kWh/h <b>Vazão de ar:</b> 300 m³/h <b>Controle de temperatura:</b> Ajustável <b>Termostato:</b> Sim <b>Oscilação:</b> Sim <b>Timer:</b> Sim <b>Dimensões:</b> 23,5 x 22 x 12,5 cm <b>Peso:</b> 1,4 kg <b>Cor:</b> Branco <b>Material:</b> Plástico <b>Custo:</b> R\$ 150,00
<b>Sensores de Temperatura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Marca:</b> Maxim Integrated</li> <li>• <b>Modelo:</b> DS18B20</li> <li>• <b>Faixa de Medição:</b> -55°C a 125°C</li> <li>• <b>Resolução:</b> 0,125°C</li> <li>• <b>Interface:</b> 1-Wire</li> <li>• <b>Custo:</b> R\$ 20,00</li> </ul>
<b>Display LCD</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Marca:</b> HD44780 (genérico)</li> <li>• <b>Modelo:</b> 16x2 (caracteres por linhas)</li> <li>• <b>Tamanho da tela:</b> 89 mm x 64 mm</li> <li>• <b>Resolução:</b> 16 caracteres x 2 linhas</li> <li>• <b>Tipo de display:</b> Alfanumérico</li> <li>• <b>Controle:</b> Interface paralela (4 bits ou 8 bits) ou I2C</li> <li>• <b>Tensão de operação:</b> 5V</li> <li>• <b>Consumo de energia:</b> 5V - 2 mA (sem backlight), 5V - 20mA (com backlight)</li> <li>• <b>Contraste ajustável:</b> Sim</li> <li>• <b>Backlight:</b> Sim, LED azul ou branco</li> <li>• <b>Temperatura de operação:</b> 0°C a 50°C</li> <li>• <b>Custo:</b> R\$ 10,00 a R\$ 20,00</li> </ul>
<b>Teclado Matricial</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Marca:</b> Eletrogate</li> <li>• <b>Modelo:</b> E-TK44</li> <li>• <b>Número de teclas:</b> 16</li> <li>• <b>Disposição das teclas:</b> 4x4</li> <li>• <b>Tipo de teclas:</b> Membrana</li> <li>• <b>Interface:</b> 8 pinos</li> <li>• <b>Tensão de operação:</b> 5V</li> <li>• <b>Corrente de operação:</b> 10mA</li> <li>• <b>Dimensões:</b> 80 x 80 x 10 mm</li> <li>• <b>Peso:</b> 50g</li> <li>• <b>Custo:</b> R\$ 10,00</li> </ul>

Teclado Touch	<p><b>Marca:</b> Logitech</p> <p><b>Modelo:</b> K480</p> <p><b>Tipo:</b> Teclado multi dispositivo Bluetooth <b>Conectividade:</b> Bluetooth 3.0</p> <p><b>Alcance wireless:</b> 10 metros</p> <p><b>Layout:</b> QWERTY</p> <p><b>Teclas:</b> 82</p> <p><b>Teclas multimídia:</b> Sim, 12 teclas de função <b>Atalhos:</b> Sim, teclas de atalho para Windows, Mac, iOS e Android</p> <p><b>Software de personalização:</b> Logitech Options</p> <p><b>Dimensões:</b> 299 x 230 x 16 mm</p> <p><b>Peso:</b> 820 g</p> <p><b>Bateria:</b> 2 pilhas AAA</p> <p><b>Cor:</b> Preto, Branco, Azul</p> <p><b>Material:</b> Plástico ABS</p> <p><b>Custo:</b> R\$ 300,00</p>
Push Buttons	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Marca:</b> Omron</li> <li>• <b>Modelo:</b> B3F-A 2024</li> <li>• <b>Tipo:</b> Momentâneo</li> <li>• <b>Corpo:</b> Plástico</li> <li>• <b>Atuador:</b> Redondo</li> <li>• <b>Cor:</b> Preto <b>Tensão:</b> 24V</li> <li>• <b>Corrente:</b> 10A</li> <li>• <b>Resistência de contato:</b> 100mΩ</li> <li>• <b>Temperatura de operação:</b> -25°C a 70°C</li> <li>• <b>Custo:</b> R\$ 2,00</li> </ul>
LED	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corrente de 30 mA.</li> <li>• Possui a cor verde.</li> <li>• 3mm de diâmetro.</li> <li>• Tensão de 3V a 3.3V</li> <li>• Custo:0,90 centavos</li> </ul>
Fotodiodo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Marca:</b> Vishay</li> <li>• <b>Modelo:</b> BPW34</li> <li>• <b>Tipo:</b> Fotodiodo PIN</li> <li>• <b>Área sensível:</b> 7 mm²</li> <li>• <b>Sensibilidade:</b> 0,5 A/W</li> <li>• <b>Comprimento de onda de pico:</b> 940 nm</li> <li>• <b>Tensão de reversa máxima:</b> 60 V</li> <li>• <b>Corrente de reversa máxima:</b> 100 µA</li> <li>• <b>Capacidade de junção:</b> 20 pF</li> <li>• <b>Tempo de subida:</b> 10 ns</li> <li>• <b>Tempo de queda:</b> 30 ns</li> <li>• <b>Custo:</b> R\$ 5,00</li> </ul>
Buzzer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corrente: 30mA-60mA.</li> <li>• Dimensão: 25x25x10mm.</li> <li>• Tensão de 5V DC.</li> <li>• Custo: R\$12,00.</li> </ul>

4 -) Represente o sistema através de um diagrama de camadas.

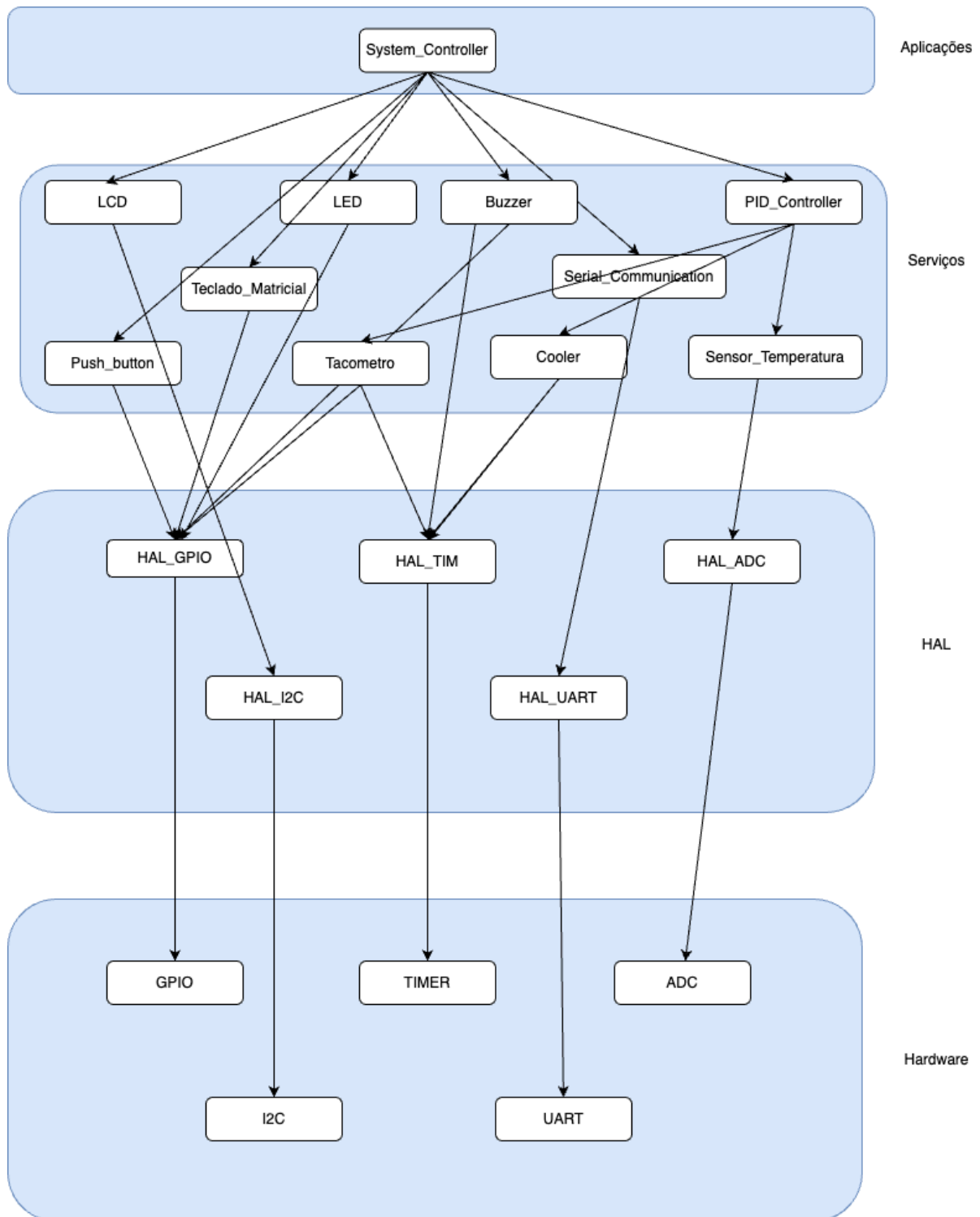


Figura 2: Diagrama de camadas



5 -) Represente o diagrama de “classes” do sistema.

temperatureSensor
- fTemperature: float
+ vTemperatureSensorInit(): void + fTemperatureSensorGetTemperature(): float

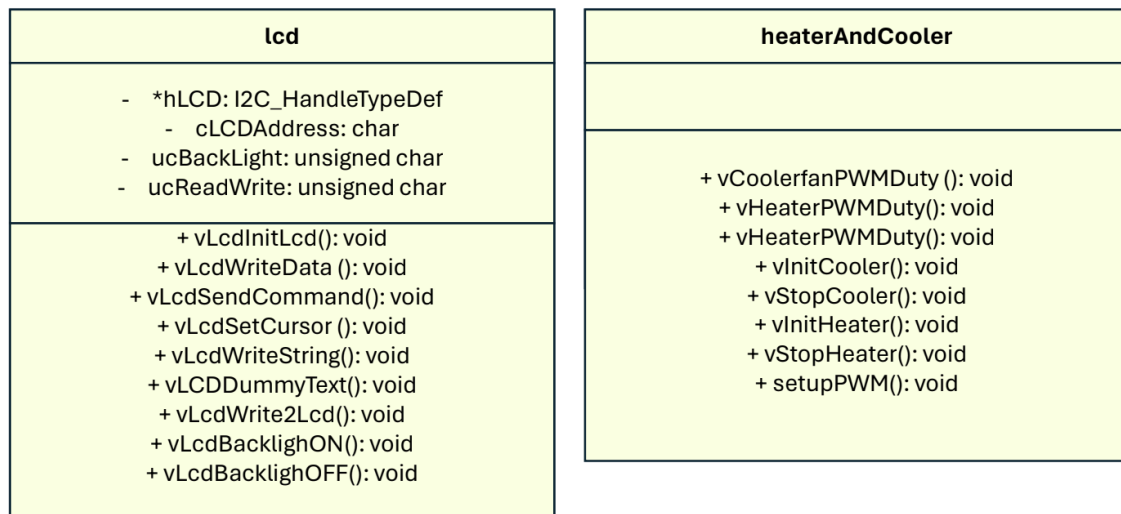
tachometer
- fRotations: float
+ vTachometerInit(): void + vTachometerUpdate(): void

buttons
+ vButtonsInitButtons (): void + cButtonsGetState (): char + cButtonsGetNumber(): char

led
+ vledInitLed (): void + vledWriteLed (): void + vledTurnOnLed(): void + vledTurnOffLed(): void + vledToogleLed(): void

communication
- cReceiveBuffer: static char - cResponseBuffer[50]: char - cFormattedString1[50]: char - cFormattedString2[50]: char - iReceiveBufferIndex: static int - fReceivedNumber: float - ucInput: unsigned char
+ vHandleReceivedNumber(): void + HAL_UART_RxCpltCallback(): void + vStringReplace(): void + vFloatToChar(): void

buzzer
- usiPeriodBuzzer: unsigned short int - usiFrequencyBuzzer: unsigned short int - *timerBuzzer: TIM_HandleTypeDef
+ vBuzzerConfig (): void + vBuzzerPlay (): void + vBuzzerStop (): void



*Figura 3: Diagrama de classes*

6 -) Represente os algoritmos das principais funções do sistema utilizado fluxogramas

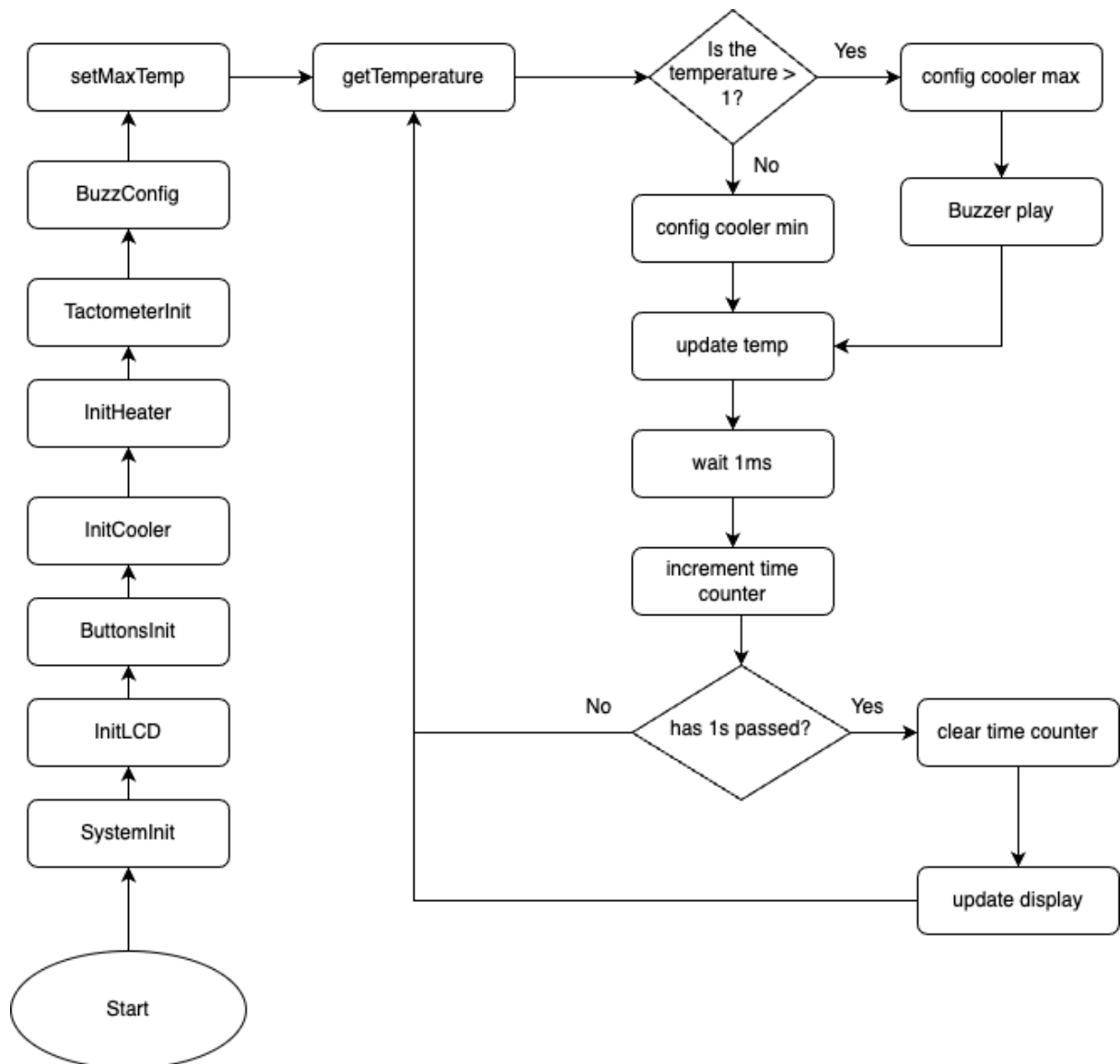


Figura 4: Representação do algoritmo