

UNIVERSIDADE SÃO JUDAS TADEU  
ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS

CAIO DE SOUSA PASSIANO

**SISTEMA DE RESFRIAMENTO COM SENSOR DE TEMPERATURA**

SÃO PAULO – SP  
2024

CAIO DE SOUSA PASSIANO      RA: 824136218  
[caiopass04@gmail.com](mailto:caiopass04@gmail.com)      ADS1AN-BUC-6272430

## **SISTEMA DE RESFRIAMENTO COM SENSOR DE TEMPERATURA**

Trabalho de conclusão semestral apresentado a  
Universidade São Judas Tadeu como requisito a  
ingresso ao próximo período.

Orientador:      Prof.      Calvetti

SÃO PAULO - SP  
2024

### **SUMÁRIO**

<b>Planejamento de Testes de Software .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Cronograma de Atividades .....</b>	<b>4,5</b>
<b>1.2 Alocação de Recursos .....</b>	<b>4</b>
<b>1.3 Marcos do Projeto .....</b>	<b>4</b>
<b>Documentos de Desenvolvimento de Software .....</b>	<b>5</b>

<b>2.1 Plano de Projeto .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1.1 Escopo .....</b>	<b>5,6</b>
<b>2.2 Documento de Requisitos .....</b>	<b>6,7,8</b>
<b>2.3 Planejamento de Testes .....</b>	<b>9</b>
<b>2.3.1 Plano de Testes .....</b>	<b>9</b>
<b>2.3.1.1 Introdução .....</b>	<b>9</b>
<b>2.3.1.2 Escopo .....</b>	<b>9</b>
<b>2.3.1.3 Objetivos .....</b>	<b>9,10</b>
<b>2.3.1.4 Requisitos a serem testados .....</b>	<b>10</b>
<b>2.3.1.5 Estratégias, tipos de testes e ferramentas .....</b>	<b>10,11</b>
<b>2.3.1.6 Recursos a serem empregados .....</b>	<b>11</b>
<b>2.3.1.7 Cronograma das Atividades .....</b>	<b>11,12</b>
<b>2.3.1.8 Definição dos Marcos do Projeto .....</b>	<b>12,13</b>
<b>2.3.2 Casos de Testes .....</b>	<b>13,14,15</b>
<b>Gestão de Configuração de Software .....</b>	<b>15,16</b>
<b>Repositório de Gestão de Configuração de Software .....</b>	<b>16</b>
<b>Conclusão .....</b>	

## **1. PLANEJAMENTO DE TESTES DE SOFTWARE**

### **1.1 Cronograma de Atividades**

<b>Atividade</b>	<b>Responsável</b>	<b>Data de Início</b>	<b>Data de Término</b>
Definição dos requisitos de testes	Equipe de desenvolvimento	01/01/2024	05/01/2024

<b>Atividade</b>	<b>Responsável</b>	<b>Data de Início</b>	<b>Data de Término</b>
Planejamento de testes	Líder de QA	06/01/2024	10/01/2024
Implementação dos casos de teste	Testadores	11/01/2024	20/01/2024
Execução de testes iniciais	Testadores	21/01/2024	25/01/2024
Revisão e análise dos resultados	Líder de QA	26/01/2024	30/01/2024
Teste de aceitação pelo cliente	Cliente	31/01/2024	03/02/2024

### 1.2 Alocação de Recursos

<b>Recurso</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Responsável</b>	<b>Descrição</b>
Testadores	3	Líder de QA	Responsáveis pela execução dos casos de teste.
Microcontroladores	2	Equipe técnica	Arduino ou ESP32 para testes de hardware.
Sensores	2	Equipe técnica	Sensores DHT11 e LM35 para validação funcional.
Software de testes	1	Líder de QA	Ferramenta Selenium para simulação e análise.

### 1.3. Marcos do Projeto

- Planejamento Completo de Testes – 10/01/2024
- Execução Inicial de Testes – 25/01/2024
- Validação e Aceitação Final – 03/02/2024

## **2. Documentos de desenvolvimento de software**

### **2.1. Plano de Projeto**

Planejamento do Projeto: O desenvolvimento segue metodologia ágil com sprints semanais, permitindo ajustes rápidos.

Escopo: Implementar um sistema de resfriamento automatizado com sensores de temperatura, ajustável para diversos ambientes e climas.

Recursos:

- Microcontroladores (Arduino Uno/ESP32).
- Sensores de temperatura (DHT11/LM35).
- Equipe multidisciplinar.
- 

Estimativas de Projeto:

- Custo estimado: R\$ 5.000,00.
- Prazo: 3 meses.

#### **2.1.1. Escopo**

I. Seleção do Sensor de Temperatura: Utilização de sensores como o DHT11, DHT22 ou LM35, reconhecidos por sua precisão e confiabilidade na medição de temperatura, garantindo resultados adequados ao controle térmico.

II. Aquisição Contínua de Dados: Configuração do microcontrolador Arduino para realizar leituras periódicas das condições térmicas em intervalos regulares, assegurando o monitoramento contínuo e em tempo real do ambiente.

III. Processamento e Estabilização dos Dados: Conversão dos valores brutos coletados pelo sensor para unidades de medida em graus Celsius, com aplicação de filtros digitais para suavização de flutuações e garantia de estabilidade nos dados processados.

IV. Definição de Parâmetros e Controle Ativo de Ventilação: Estabelecimento de limites de temperatura predefinidos para acionamento automático de dispositivos de ventilação. O sistema ativa ou desativa a ventoinha

conforme as condições detectadas, mantendo os níveis térmicos dentro de valores seguros e otimizados.

V. Interface Visual para Feedback do Usuário: Integração de dispositivos de saída visual, como displays LCD ou LEDs indicadores, para apresentar informações em tempo real, como a temperatura atual e o estado operacional do sistema, permitindo maior transparência e supervisão do funcionamento.

Essa abordagem técnica oferece um sistema robusto de monitoramento contínuo e controle automático de temperatura, assegurando que o ambiente ou equipamento monitorado permaneça dentro de parâmetros seguros e estáveis.

## **2.2. Documento de Requisitos**

### **Requisitos Funcionais:**

I. Monitoramento contínuo de temperatura: O sistema deve realizar medições constantes da temperatura de um ambiente ou dispositivo, garantindo a captura em tempo real de quaisquer variações térmicas.

II. Controle automático do mecanismo de resfriamento: Deve ser implementado um sistema de acionamento automatizado, que ativa o mecanismo de resfriamento sempre que a temperatura ultrapassar um limite predefinido, promovendo o ajuste térmico de forma autônoma e eficiente.

III. Configuração personalizada da temperatura-alvo: O sistema deve permitir que o usuário defina um intervalo de temperatura aceitável, especificando os valores mínimos e máximos desejados, para atender às necessidades específicas do ambiente ou equipamento monitorado.

IV. Interface de exibição de informações: Uma interface visual, digital ou física, deve ser desenvolvida para apresentar informações essenciais, como a temperatura atual, os limites de temperatura configurados e o status operacional do sistema de resfriamento (ativo/inativo).

V. Sistema de alerta para condições críticas: Em situações de superaquecimento, quando a temperatura exceder um limite crítico, o sistema deve

emitir um alarme sonoro ou visual, permitindo a rápida intervenção do usuário ou de sistemas de suporte.

VI. Registro histórico de temperatura: O sistema deve incluir uma funcionalidade de armazenamento das medições de temperatura ao longo do tempo, permitindo a análise de dados históricos para identificar padrões e tendências térmicas.

VII. Modo de operação manual: Deve ser disponibilizada uma opção para o usuário alternar o sistema de resfriamento entre os modos automático e manual, possibilitando o controle direto do funcionamento conforme as necessidades ou preferências operacionais.

VIII. Notificação remota de falhas ou condições críticas: O sistema deve ser projetado para enviar notificações em tempo real ao usuário, por meio de canais como aplicativos móveis, SMS ou e-mail, caso ocorra uma falha no mecanismo de resfriamento, superaquecimento ou qualquer outra condição crítica que exija atenção imediata.

IX. Gestão de múltiplos sensores de temperatura: O sistema deve ser capaz de integrar e gerenciar múltiplos sensores de temperatura, permitindo o monitoramento simultâneo de diferentes áreas de um ambiente ou de diversas seções de um dispositivo, assegurando uma cobertura abrangente e a coleta de dados precisos de várias fontes.

X. Calibração e manutenção de sensores de temperatura: O sistema deve incluir uma funcionalidade para a calibração manual ou automática dos sensores de temperatura, garantindo a manutenção da precisão das medições ao longo do tempo e permitindo a adaptação a possíveis desvios ou falhas nos sensores.

### **Requisitos não funcionais:**

I. Precisão do sensor de temperatura: O sensor de temperatura deve apresentar uma precisão mínima, como  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , garantindo medições precisas e permitindo um controle térmico eficaz e confiável.

II. Tempo de resposta do sistema: O sistema deve ser projetado para reagir de forma imediata às variações de temperatura, com um tempo de resposta mínimo, assegurando que as ações corretivas, como o acionamento do resfriamento, sejam tomadas sem atrasos significativos.

III. Confiabilidade operacional: O sistema deve ser capaz de operar de forma contínua e sem falhas por longos períodos, assegurando a estabilidade e a consistência nas condições térmicas monitoradas e controladas ao longo do tempo.

IV. Durabilidade e resistência ambiental: Tanto o sistema de resfriamento quanto os sensores de temperatura devem ser projetados para resistir a condições ambientais adversas, como variações extremas de temperatura, umidade elevada e presença de poeira, garantindo seu funcionamento eficaz em diversos contextos operacionais.

V. Escalabilidade do sistema: O sistema deve ser projetado para suportar diferentes dimensões de ambientes ou dispositivos, permitindo sua adaptação a cenários variados, desde pequenos espaços até grandes instalações, com a possibilidade de adicionar sensores e mecanismos de controle adicionais conforme necessário.

VI. Eficiência energética: O sistema deve operar de maneira inteligente e eficiente, otimizando o consumo de energia durante o processo de resfriamento, para minimizar custos operacionais e reduzir o impacto ambiental, ao mesmo tempo em que mantém as condições térmicas desejadas.

VII. Facilidade de manutenção e substituição de componentes: O sistema deve ser projetado de forma modular, permitindo a fácil substituição de componentes críticos, como sensores ou ventiladores, em caso de falhas, sem a necessidade de grandes intervenções ou tempo de inatividade prolongado.

VIII. Segurança operacional: O sistema deve ser seguro, com medidas de proteção adequadas para prevenir riscos elétricos, como curto-circuitos ou incêndios.



## **2.3 Planejamento de testes**

### **2.3.1 Plano de Testes**

#### **2.3.1.1 Introdução**

O plano de testes serve para garantir que o sistema funcione de maneira correta e eficiente, atendendo aos requisitos funcionais e não funcionais, com alta confiabilidade em condições reais de uso

#### **2.3.1.2 Escopo**

A verificação das funcionalidades centrais, a integração entre componentes e o desempenho do sistema em cenários variados. Estão incluídas as seguintes áreas:

Hardware:

- Leitura precisa da temperatura pelos sensores.
- Funcionamento correto do acionamento dos ventiladores ou sistema de resfriamento.

Software:

- Processamento de dados no microcontrolador (Arduino ou ESP32).
- Resposta do sistema a eventos, como aumento de temperatura ou falhas nos sensores.

Interface de Usuário:

- Exibição de informações no display LCD ou na interface digital (se houver).
- Configuração de limites de temperatura pelo usuário.

Cenários Operacionais:

- Testes em diferentes condições ambientais, como variações de temperatura e umidade.
- Testes de uso contínuo por períodos prolongados para avaliar estabilidade.

#### **2.3.1.3 Objetivos**

Identificar falhas nos módulos e na integração do sistema.

Garantir a estabilidade do sistema em condições de uso contínuo e em cenários reais.

Assegurar que o sistema atenda aos requisitos definidos e ofereça uma experiência positiva ao usuário.

#### **2.3.1.4 Requisitos a serem testados:**

- I. Acionamento automático do resfriamento ao detectar temperaturas acima dos limites configurados.
- II. Configuração de limites de temperatura pelo usuário através da interface.
- III. Exibição correta das informações no display LCD.
- IV. Resposta do sistema em diferentes cenários de carga e condições ambientais adversas.

#### **2.3.1.5. Estratégias, tipos de testes e ferramentas a serem utilizadas**

Teste de Software:

- Avalia o comportamento geral do sistema, considerando funcionalidades principais e secundárias.

Teste Unitário:

- Verifica componentes individuais para garantir que funcionem como esperado.

Teste de Integração:

- Examina a interação entre diferentes componentes do sistema, como sensores, microcontroladores e atuadores.

Teste de Sistema:

- Avalia o sistema completo, incluindo hardware, software e interface, para garantir que todos os requisitos sejam atendidos.

### **2.3.1.6 Recursos a serem empregados**

Hardware real:

- Microcontroladores (Arduino ou ESP32).
- Sensores de temperatura (DHT11 ou LM35).
- Atuadores (ventiladores ou dispositivos de resfriamento líquido).

Equipe de QA:

- Testadores com experiência em hardware e software embarcado.
- Desenvolvedores para suporte técnico e análise de problemas.

### **2.3.1.7 Cronograma de atividades**

Planejamento (01/01/2024 – 05/01/2024):

- Definição de objetivos, escopo e recursos.
- Seleção de ferramentas.

Preparação do Ambiente (06/01/2024 – 12/01/2024):

- Configuração de hardware e software.
- Desenvolvimento de scripts básicos.

Execução de Testes (13/01/2024 – 30/01/2024):

- Testes Unitários: Validar componentes isolados.
- Testes de Integração: Verificar interação entre módulos.
- Testes de Sistema: Avaliar o sistema completo.

Teste de Aceitação e Revisão Final (31/01/2024 – 12/02/2024):

- Simular uso real com o cliente.
- Revisar resultados e aplicar correções.

### **2.3.1.8 Definição de Marcos do Projeto**

Definição do Escopo e Planejamento:

- Conclui a fase inicial de entendimento do projeto, estabelecendo objetivos, requisitos e estratégias de testes.

Configuração do Ambiente de Testes:

- Toda a infraestrutura necessária (hardware e software) está configurada, pronta para a execução dos testes.

Conclusão dos Testes Unitários:

- Cada componente do sistema foi testado isoladamente, garantindo seu funcionamento básico.

Finalização dos Testes de Integração:

- Confirma que todos os componentes estão se comunicando corretamente e que o sistema funciona em conjunto.

Execução dos Testes de Sistema:

- Testa o sistema completo em cenários reais, verificando se atende aos requisitos funcionais e não funcionais.

Teste de Aceitação:

- O cliente realiza uma avaliação final do sistema para validar sua funcionalidade e usabilidade.

Entrega do Projeto:

- O sistema é entregue ao cliente, pronto para uso em operação.

### **2.3.2 Casos de Testes**

#### **I. Leitura do Sensor de Temperatura**

- Objetivo: Verificar se o sensor de temperatura lê corretamente os valores do ambiente.
- Requisitos Testados:

Precisão do sensor ( $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ).

Comunicação entre o sensor e o microcontrolador.

- Procedimento:

Configurar o ambiente com diferentes condições de temperatura.

Registrar os valores lidos pelo sensor.

Comparar os valores com medições feitas por um termômetro de referência.

- Resultado Esperado:

Os valores do sensor devem estar dentro da margem de erro aceitável.

#### **II. Caso de Teste: Acionamento Automático do Resfriamento**

- Objetivo: Validar o acionamento do sistema de resfriamento quando a temperatura ultrapassa o limite configurado.
- Requisitos Testados:

Acionamento correto do ventilador ou sistema de resfriamento.

Configuração do limite de temperatura.

- Procedimento:

Configurar um limite de temperatura no sistema.

Aumentar a temperatura ambiente além do limite configurado.

Verificar se o sistema aciona o resfriamento automaticamente.

- Resultado Esperado:

O resfriamento deve ser ativado imediatamente quando o limite for excedido.

### III. Caso de Teste: Configuração do Limite de Temperatura

- Objetivo: Testar se o sistema permite ao usuário configurar limites de temperatura.
- Requisitos Testados:

Interface de configuração do sistema.

Persistência das configurações realizadas pelo usuário.

- Procedimento:

Abrir a interface do sistema.

Configurar limites superiores e inferiores de temperatura.

Reiniciar o sistema e verificar se as configurações foram mantidas.

- Resultado Esperado:

O sistema deve aceitar e aplicar os limites configurados pelo usuário.

### IV. Caso de Teste: Exibição de Dados no Display LCD

- Objetivo: Garantir que os dados de temperatura sejam exibidos corretamente no display LCD.

- Requisitos Testados:

Funcionamento da interface de usuário.

Comunicação entre o microcontrolador e o display.

- Procedimento:

Operar o sistema em diferentes condições de temperatura.

Observar os valores exibidos no display LCD.

Comparar os valores com leituras reais de temperatura.

- Resultado Esperado:

Os dados exibidos devem ser precisos e atualizados em tempo real.

#### V. Caso de Teste: Estabilidade e Desempenho

- Objetivo: Avaliar a estabilidade do sistema sob condições de uso contínuo.

- Requisitos Testados:

Operação ininterrupta por longos períodos.

Manutenção da resposta rápida do sistema (tempo de resposta < 5 segundos).

- Procedimento:

Operar o sistema continuamente por 24 horas em condições variadas de temperatura.

Monitorar a estabilidade e desempenho do sistema durante o teste.

- Resultado Esperado:

O sistema deve permanecer estável, sem falhas ou atrasos na resposta.

### **3. Gestão de configuração de software**

- Controle de versão: GitHub utilizado para gerenciar versões de código.
- Backup: Armazenamento regular em nuvem.

- Documentação: Manter logs de alterações no código.

#### **4. Repositório de gestão de configuração de software**

- Local: GitHub Repository.
- Conteúdo: Código fonte, documentação de projeto, e logs de alterações.

#### **5. Conclusão**

O desenvolvimento do sistema de resfriamento automatizado com sensores de temperatura tem como principal objetivo proporcionar um controle térmico eficiente e seguro, aplicável a diversas áreas como eletrônica, data centers e ambientes industriais. Através do planejamento de testes bem estruturado e da definição clara dos requisitos, conseguimos garantir que o sistema atenda às expectativas do cliente e aos critérios de qualidade preestabelecidos.

Ao longo do processo de testes, destacaram-se fases essenciais, como a validação da leitura precisa dos sensores de temperatura, o acionamento automático do sistema de resfriamento conforme os limites predefinidos, e a integração entre os diferentes componentes, como o microcontrolador e o display LCD. A execução de testes unitários, de integração e de sistema fizeram possível uma avaliação abrangente do desempenho do sistema em diversas situações de funcionamento.

Os recursos alocados para o projeto, como microcontroladores, sensores de temperatura e ferramentas de simulação, foram fundamentais para a validação funcional e de desempenho. Além disso, o uso de uma plataforma como o GitHub para controle de versão e backup garantiu a organização e segurança das versões do código durante o processo de desenvolvimento.

Em conclusão, o sistema desenvolvido atende aos requisitos de automação e eficiência energética, proporcionando uma solução escalável, confiável e segura. A contínua avaliação durante a fase de testes e os ajustes feitos com base nos resultados obtidos asseguraram que o sistema estivesse pronto para ser aceito pelo cliente. Com isso, o projeto cumpre seu objetivo de fornecer uma solução de controle térmico inteligente e de alta performance.