



UNIVERSIDADE
LUSÓFONA

Sistema Inteligente de Controlo Ambiental de Espaços

Trabalho Final de curso

Relatório Intercalar 2º Semestre

Nome do Aluno: Tiago Matos

Nome do Orientador: Luís Gomes

Nome do Coorientador: José Cascais Brás

Trabalho Final de Curso | LIG | 2025/2026

Direitos de cópia

Sistema Inteligente de Controlo Ambiental de Espaços, Copyright de *Tiago Matos*, Universidade Lusófona.

A Escola de Comunicação, Arquitectura, Artes e Tecnologias da Informação (ECATI) e a Universidade Lusófona (UL) têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Este trabalho está abrangido por Acordo de Não Divulgação (NDA); qualquer disponibilização pública fica condicionada à eliminação/anonimização de informação confidencial e/ou à autorização escrita prévia da CGI; a versão pública depositada será necessariamente expurgada.

Resumo

O projeto Sistema Inteligente de Controlo Ambiental de Espaços (DEISI2160) consiste no desenvolvimento de um sistema automatizado de monitorização e controlo ambiental para espaços interiores. O sistema ajusta de forma autónoma a iluminação e a climatização com base em leituras contínuas de sensores de temperatura, humidade, luminosidade e presença. O Raspberry Pi serve como unidade central de processamento e servidor web local, garantindo o funcionamento autónomo e sem dependência de serviços externos. O administrador acede a uma interface web para consultar as leituras dos sensores, visualizar o histórico de dados e ajustar os parâmetros de controlo. Este relatório descreve o desenvolvimento do sistema, incluindo a integração do hardware, o software de controlo, a interface web de administração e a validação do comportamento através de um ambiente de simulação controlado.

Abstract

The project Intelligent Environmental Control System for Indoor Spaces (DEISI2160) involves the development of an automated monitoring and control system for indoor environments. The system autonomously adjusts lighting and climate control based on continuous readings from temperature, humidity, luminosity, and presence sensors. A Raspberry Pi acts as the central processing unit and local web server, ensuring fully autonomous operation without reliance on external services. An administrator can access a web interface to monitor sensor data, review historical records, and configure operational parameters. This report covers the development of the system, including hardware integration, control software, web administration interface, and behavioural validation through a controlled simulation environment.

Índice

Resumo	3
Abstract.....	4
Lista de Figuras.....	6
Lista de Tabelas	7
Identificação do Problema	8
Benchmarking	9
Viabilidade e Pertinência.....	12
Engenharia	13
Levantamento e análise dos Requisitos	13
Diagramas de Casos de Uso.....	13
Diagramas de Sequência e de Atividades	14
Modelos Relevantes	17
Estrutura	18
Solução Proposta	19
Introdução.....	19
Arquitetura do sistema	19
Tecnologias e ferramentas utilizadas	20
Funcionamento do sistema	21
Interface web	21
Persistência e histórico.....	23
Controlo automático	24
Abrangência	24
Plano de Testes e Validação	25
Calendário	27
Bibliografia	28
Anexo 1- Lista de Requisitos.....	29
Anexo 2- Formulário de declaração de uso de ferramentas de Inteligência Artificial	30
Glossário	34

Lista de Figuras

Figura 1- Diagrama de Casos de Uso	14
Figura 2- Diagrama de atividade	15
Figura 3- Diagrama de Sequência	16
Figura 4- Diagrama Entidade-Relação	17
Figura 5- Diagrama de Arquitetura do Sistema	18
Figura 6- Esquema de ligação do sistema.....	20
Figura 7- Página de login	21
Figura 8- Dashboard	22
Figura 9- Definições.....	22
Figura 10- Histórico	23
Figura 11- Gestão de Salas	23
Figura 12- Calendário	27
Figura 13- Lista de Requisitos.....	29

Lista de Tabelas

Tabela 1- Tabela comparativa	9
Tabela 2- Componentes	10
Tabela 3- Plano de testes e validação.....	25

Identificação do Problema

As condições ambientais em salas de aula e espaços de trabalho têm influência direta no conforto e no desempenho das pessoas. Em grande parte dos casos, a regulação da temperatura e da iluminação é feita manualmente, com base na perceção individual de quem ocupa o espaço. Esta forma de controlo origina diferenças significativas entre utilizadores, resultando em situações de desconforto e em consumo energético desnecessário.

Nomeadamente, nos períodos de maior calor é comum o uso excessivo do ar condicionado, mantendo as salas a temperaturas demasiado baixas. Por outro lado, em dias frios, o aquecimento é frequentemente regulado em níveis elevados, o que aumenta o gasto energético e provoca contrastes térmicos acentuados entre o interior e o exterior. Estas situações mostram que o controlo atual não tem em conta as condições reais do ambiente nem o equilíbrio de conforto dos ocupantes.

Desta forma, o projeto propõe o desenvolvimento de um sistema de controlo ambiental autónomo que ajuste automaticamente a temperatura e a iluminação em função das condições interiores e exteriores. O objetivo é criar um sistema equilibrado que garanta conforto e eficiência energética. O caso de estudo será implementado num espaço de teste, podendo a solução ser aplicada em contextos educativos ou empresariais.

Benchmarking

Atualmente, existem diversas soluções comerciais que permitem o controlo automatizado de variáveis ambientais, como temperatura, iluminação e climatização. Estas soluções são amplamente utilizadas em diferentes tipos de instalações e procuram aumentar o conforto dos utilizadores e a eficiência energética. No entanto, muitas apresentam custos elevados e dependem de infraestruturas específicas ou de conectividade constante, o que pode limitar a sua adoção em cenários com restrições de orçamento.

Com o objetivo de avaliar alternativas comerciais relevantes, foi realizada uma análise comparativa entre três soluções amplamente presentes no mercado, a Philips Hue, Shelly, Legrand e o sistema proposto neste projeto.

Tabela 1- Tabela comparativa

Marca / Sistema	Funcionalidades principais	Custo estimado(€)
Philips Hue	Controlo de iluminação inteligente, regulação de intensidade e cor, ligação à Hue Bridge e integração com assistentes virtuais.	≈ 199 €
Shelly	Controlo de temperatura, luminosidade, presença e climatização através de módulos dedicados (Pro 4PM, Dimmer Gen3, Motion 2, H&T Gen3).	≈ 270 €
Legrand	Controlo inteligente de iluminação e equipamentos elétricos, deteção de presença, automação através de módulos integrados e gestão centralizada via gateway Netatmo	≈ 265 €
Sistema proposto	Monitorização de temperatura, luminosidade e presença com interface web local e controlo automático de iluminação e climatização (protótipo)	≈ 127 €

Os valores apresentados correspondem a estimativas baseadas em preços médios de mercado, podendo variar consoante fornecedores, configurações e disponibilidade dos equipamentos.

O custo estimado atribuído ao sistema proposto corresponde aos componentes necessários para o desenvolvimento de um protótipo funcional, implementado em ambiente real. Este permite a monitorização de variáveis ambientais reais, como temperatura, luminosidade e presença, sendo o controlo dos equipamentos simulado através de LEDs, com o objetivo de validar a lógica de controlo sem recurso a dispositivos físicos reais. Para este efeito, foram considerados os seguintes componentes com os seus respetivos preços:

Tabela 2- Componentes

Componentes	Quantidade	Preço unitário (€)
Raspberry Pi 4 Model B	1	≈ 90 €
Cartão microSD 32 GB	1	≈ 8 €
Fonte de alimentação 5V	1	≈ 13 €
Sensor DHT22	1	≈ 6 €
Sensor BH1750	1	≈ 5 €
Sensor PIR	1	≈ 3 €
LED + resistências	1	≈ 2 €
		Total: ≈ 127 €

A análise demonstra que a Philips Hue, a Shelly e a Legrand oferecem soluções funcionais, mas todas apresentam custos significativamente superiores ao do sistema proposto. A Philips Hue, embora eficiente no controlo de iluminação e de fácil instalação, apresenta limitações funcionais, não abrangendo climatização nem integração com sensores de presença. A Shelly, por sua vez, disponibiliza uma solução modular e completa, mas o custo total por sala ultrapassa os 270 €, além de exigir dependência parcial de serviços em nuvem. A Legrand fornece uma solução orientada para a automação elétrica, permitindo o controlo de iluminação, tomadas e deteção de presença através de módulos profissionais integrados. No entanto, não disponibiliza sensores ambientais como temperatura, humidade ou luminosidade, pelo que não permite uma monitorização ambiental tão detalhada quanto a do sistema proposto.

Em síntese, as soluções analisadas apresentam funcionalidades completas e um nível de maturidade elevado, sendo adequadas para utilização em contextos reais. No entanto, implicam custos mais elevados e, em alguns casos, dependência de serviços externos. O sistema proposto neste projeto, apesar de ser ainda um protótipo, permite integrar monitorização ambiental, deteção de presença e atuação automática sobre os equipamentos, com uma abordagem simples e funcionamento local.

Viabilidade e Pertinência

A solução desenvolvida foi concebida com o objetivo de ser simples, autónoma e facilmente adaptável a diferentes tipos de espaços. O Raspberry Pi foi escolhido como unidade central de processamento por ser um dispositivo compacto, acessível e com capacidade suficiente para concentrar todas as funcionalidades do sistema, nomeadamente a leitura dos sensores, o processamento dos dados e o controlo dos equipamentos da sala.

O sistema recolhe continuamente valores de temperatura, humidade, luminosidade e presença, processando essa informação em tempo real para tomar decisões automáticas sobre o estado da iluminação e da climatização. Este funcionamento autónomo dispensa qualquer intervenção por parte dos utilizadores do espaço, que beneficiam de condições ambientais ajustadas sem necessidade de interação direta com o sistema.

Do ponto de vista da instalação, a solução não exige infraestrutura adicional, sendo suficiente dispor de alimentação elétrica e rede local. O facto de o sistema funcionar inteiramente de forma local, sem dependência de serviços externos ou plataformas na cloud, aumenta a sua fiabilidade e garante maior controlo sobre os dados recolhidos, aspetos que as soluções comerciais analisadas nem sempre asseguram.

A interface web destina-se ao administrador, permitindo monitorizar o estado do sistema, consultar o histórico de leituras e eventos, e ajustar os parâmetros de funcionamento sempre que necessário. A pertinência desta abordagem é evidenciada pelos resultados obtidos na fase de testes, que confirmaram o correto funcionamento do controlo automático e a capacidade do sistema para responder às condições reais do ambiente. Foram igualmente identificadas limitações, como a latência associada aos intervalos de atualização e a partilha de hardware entre salas, que serão endereçadas em desenvolvimentos futuros.

Embora o protótipo tenha sido implementado numa única sala, a arquitetura modular do sistema permite a sua replicação em múltiplos espaços com alterações mínimas, demonstrando potencial de escalabilidade e aplicabilidade em contextos educativos, empresariais ou domésticos.

Engenharia

Levantamento e análise dos Requisitos

O desenvolvimento do Sistema Inteligente de Controlo Ambiental requer uma definição rigorosa dos requisitos que orientam o seu comportamento, funcionalidades e atributos de qualidade, assegurando que o sistema cumpre os objetivos estabelecidos e responde de forma adequada às necessidades identificadas. Para garantir uma organização clara e estruturada, todos os requisitos foram sistematizados numa tabela detalhada apresentada no *Anexo* a lista de requisitos, onde cada item inclui o respetivo identificador, tipo, comportamento esperado e uma descrição longa, permitindo identificar e servir como referência central durante o processo de engenharia.

Os requisitos funcionais descrevem as capacidades essenciais do sistema, como a recolha automática de dados dos sensores de temperatura, luminosidade e presença, o ajuste dinâmico de iluminação e climatização, a atuação automática sobre os equipamentos e a disponibilização de uma interface web que permita consultar estados e valores em tempo real. Em complemento, os requisitos não funcionais especificam características de fiabilidade, segurança, usabilidade e proteção física, incluindo a garantia de funcionamento contínuo, a proteção dos sensores e da unidade de processamento, bem como a implementação de mecanismos de controlo de acesso à interface.

Diagramas de Casos de Uso

Na Figura 1 apresenta-se o diagrama de casos de uso do sistema inteligente de controlo ambiental. Este diagrama tem como objetivo representar de forma clara as principais interações entre os atores e o sistema, pondo em evidência as funcionalidades essenciais identificadas na fase de levantamento de requisitos.

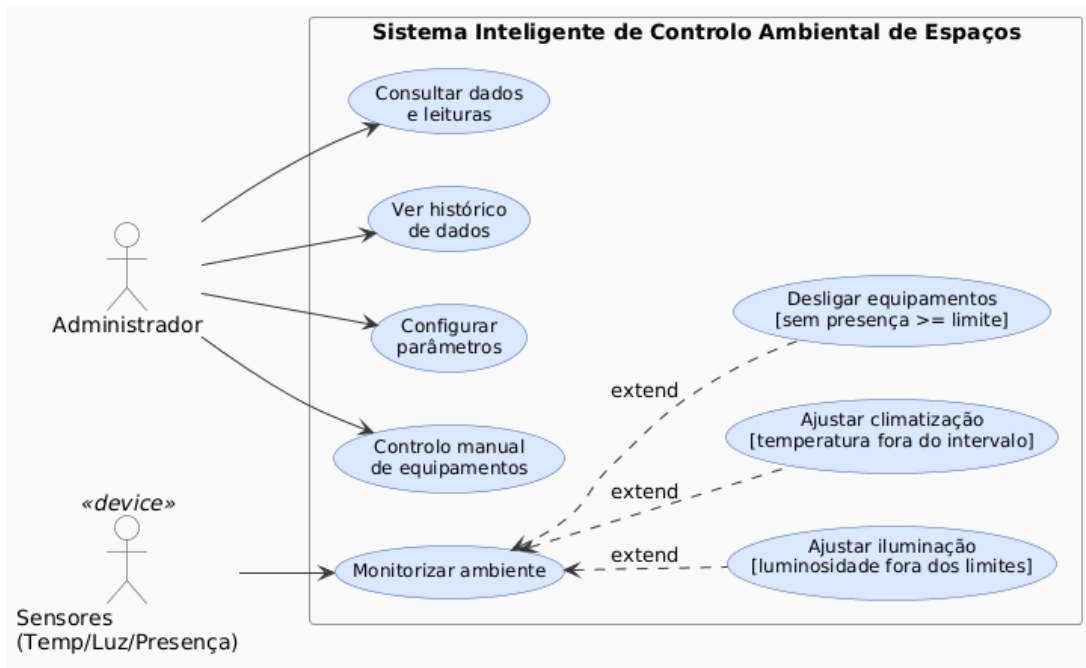


Figura 1- Diagrama de Casos de Uso

O diagrama de casos de uso ilustra o funcionamento global do sistema de controlo ambiental, cuja finalidade é monitorizar e ajustar automaticamente as condições do ambiente com base nos dados coletados pelos sensores. O administrador é o único utilizador com acesso direto ao sistema, possuindo a capacidade de configurar parâmetros operacionais, consultar informações ambientais e visualizar o histórico de medições. Os sensores de temperatura, luminosidade e presença transmitem continuamente dados ao sistema, que processa as informações recebidas e realiza ações automáticas, como a regulação da iluminação e da climatização, além de desligar os equipamentos quando o ambiente está desocupado. Os utilizadores da sala não são representados no diagrama, uma vez que não interagem diretamente com o sistema, sendo apenas detetados pelos sensores.

Diagramas de Sequência e de Atividades

A Figura 2 apresenta o diagrama de atividades que representa o processo de monitorização e ajuste automático do ambiente. Este modelo representa o ciclo contínuo de recolha de dados provenientes dos sensores, as decisões relativas ao estado do ambiente e as ações tomadas sobre a iluminação e climatização.

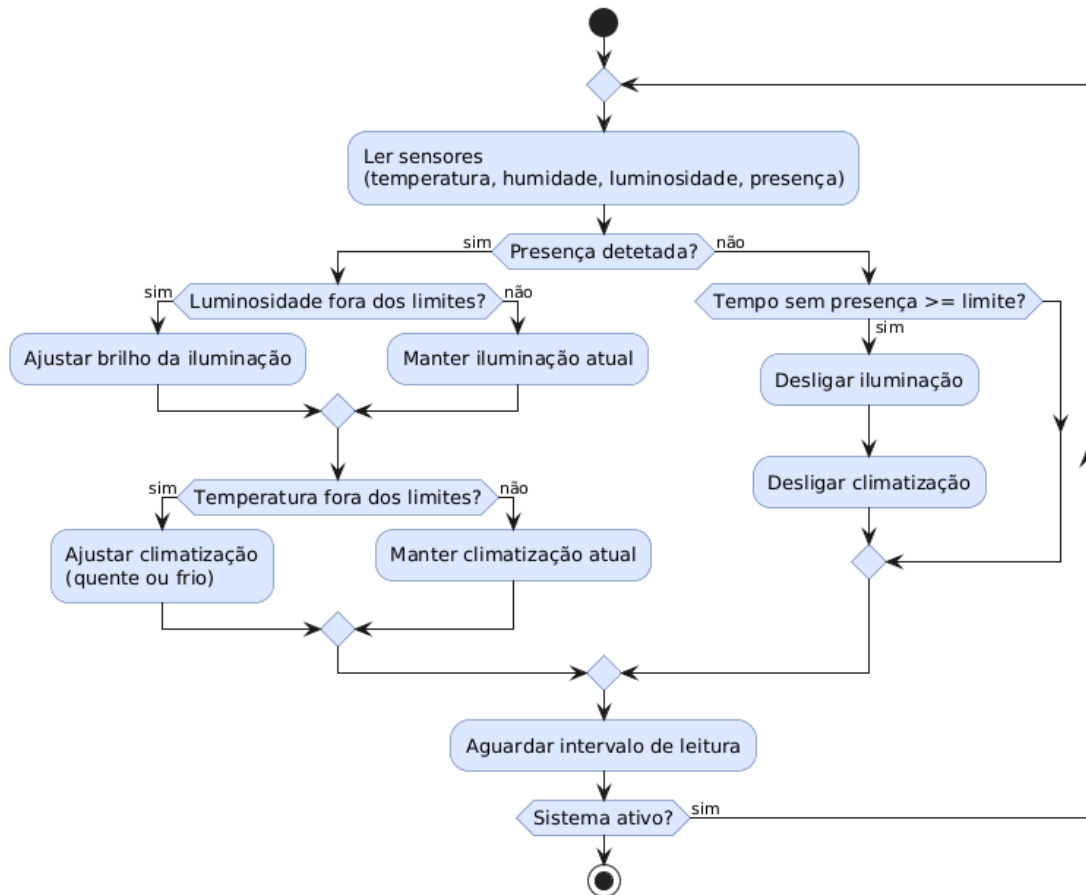


Figura 2- Diagrama de atividade

A Figura 3 apresenta o diagrama de sequência correspondente ao fluxo de monitorização automática e à interação do administrador com o sistema através da interface web. Este diagrama de sequência descreve, numa perspetiva temporal, a interação entre os diferentes componentes do sistema, nomeadamente os sensores, o Raspberry Pi, os equipamentos e a interface do administrador.

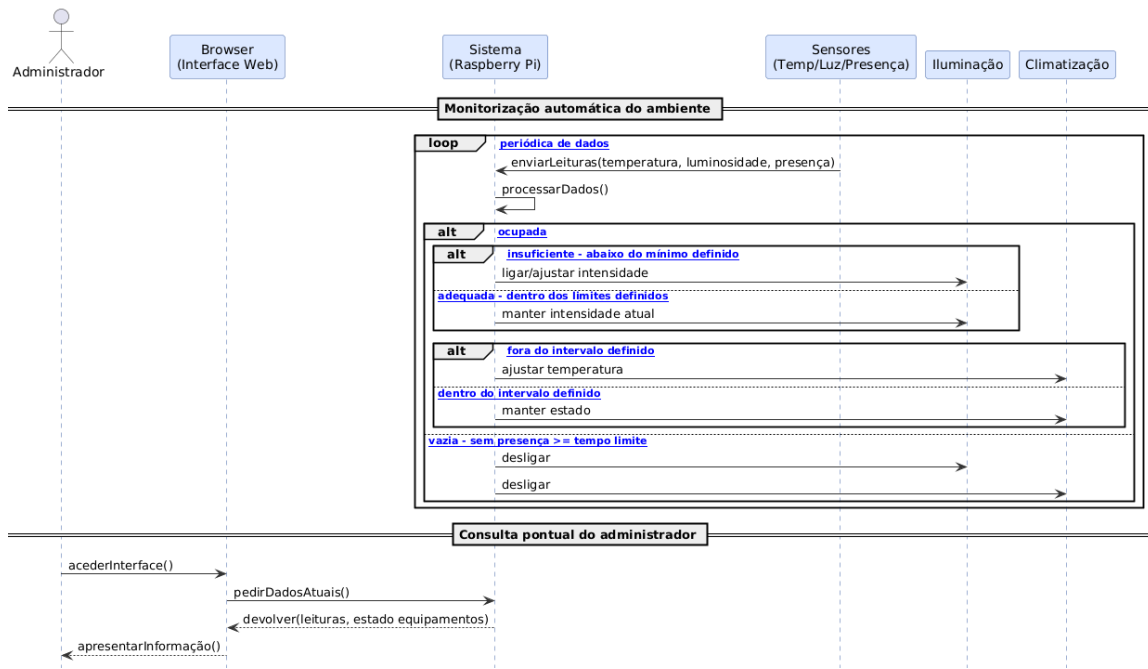


Figura 3- Diagrama de Sequência

Modelos Relevantes

A Figura 4 apresenta o Diagrama Entidade-Relação correspondente ao modelo de dados definido para o sistema. Este modelo de dados do sistema identifica as principais entidades envolvidas e as relações entre elas. Este modelo serve de base para a estrutura lógica da informação armazenada, que permite compreender a estrutura dos dados associados às salas, sensores, equipamentos, parâmetros ambientais e ao administrador.

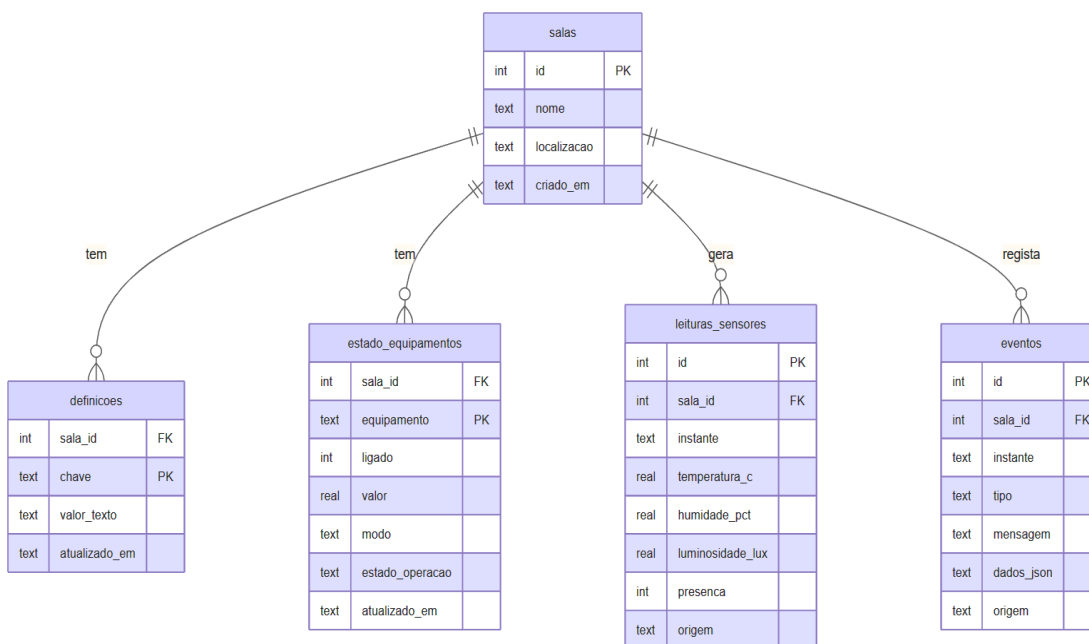


Figura 4- Diagrama Entidade-Relação

Estrutura

Para idealizar a solução proposta, foi desenvolvida uma representação gráfica do funcionamento geral do sistema, ilustrando a relação entre diferentes elementos envolvidos no controlo da ambiental da sala. A Figura 5 apresentada descreve a arquitetura do protótipo e permite compreender de forma simples como os sensores e o Raspberry Pi interagem entre si, bem como a forma como o administrador acede ao sistema.

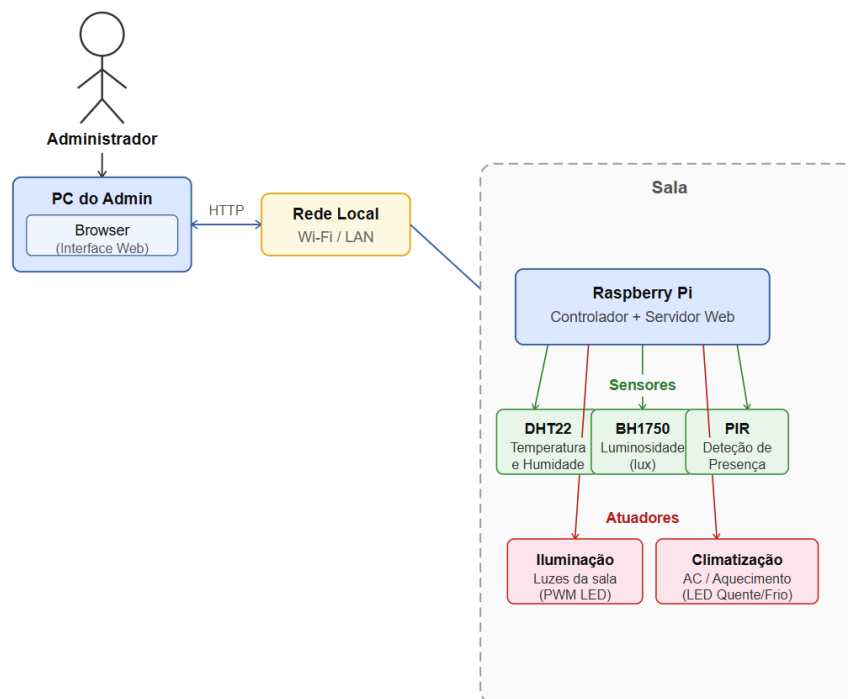


Figura 5- Diagrama de Arquitetura do Sistema

No diagrama é apresentado uma vista simplificada da arquitetura implementada, considerando que o sistema é inicialmente desenvolvido para uma sala. A comunicação entre o administrador e o sistema é realizada através da rede local, utilizando o navegador do seu computador para aceder à interface web. Os sensores enviam continuamente as leituras de temperatura, luminosidade e presença para o Raspberry Pi, permitindo que o sistema supervise as condições do ambiente e realize os ajustes necessários.

Solução Proposta

Introdução

A solução desenvolvida consiste num sistema inteligente de monitorização e controlo ambiental para espaços interiores, concebido para funcionar localmente num Raspberry Pi. O sistema recolhe dados de sensores de temperatura, humidade, luminosidade e presença, processa essa informação em tempo real e atua automaticamente sobre os equipamentos da sala, nomeadamente a iluminação e a climatização. Em paralelo, disponibiliza uma interface web de administração que permite consultar o estado do sistema, visualizar o histórico de leituras e eventos, ajustar parâmetros de funcionamento e gerir diferentes salas.

Links:

- Youtube (vídeo demonstrativo): <https://youtu.be/ZuL0oOmUoP8>
- Repositório GitHub: <https://github.com/DEISI-ULHT-TFC-2025-26/TFC-DEISI2160-Sistema-Inteligente-de-Controlo-Ambiental-de-Espacos>

Arquitetura do sistema

A arquitetura da solução assenta em quatro componentes principais: aquisição de dados, processamento e controlo, persistência de informação e interface de administração. A aquisição de dados é realizada através de sensores ligados ao Raspberry Pi, responsável por recolher periodicamente os valores ambientais. Estes dados são depois enviados para os módulos de processamento, onde são comparados com os limites configurados para cada sala. Com base nessas leituras, o sistema decide automaticamente se deve ajustar a iluminação ou alterar o estado da climatização. Em simultâneo, toda a informação relevante é armazenada em base de dados, permitindo consulta posterior através da interface web.

Na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** é apresentado um esquema de ligações para o correto funcionamento do sistema desenvolvido. Por ordem descendente, encontram-se representados o sensor de luminosidade (BH1750), o sensor de presença (PIR) e o sensor de temperatura e humidade (DHT22), sendo a atuação simulada através de LEDs ligados ao Raspberry Pi.

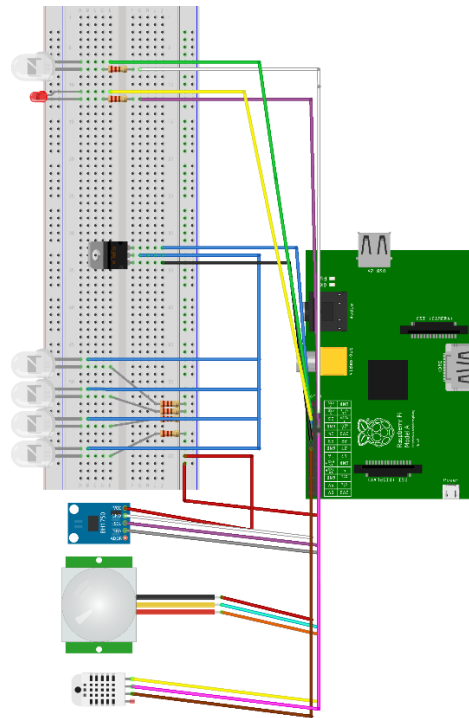


Figura 6- Esquema de ligação do sistema

Tecnologias e ferramentas utilizadas

A arquitetura do sistema é baseada numa aplicação web desenvolvida em Python, utilizando o framework Flask, que funciona como servidor local no Raspberry Pi. O sistema encontra-se organizado em diferentes módulos responsáveis pela leitura de sensores, armazenamento de dados e controlo automático. Estes módulos permitem a recolha de dados ambientais, o seu registo em base de dados SQLite e a tomada de decisões com base nos parâmetros definidos. A interface web comunica com o servidor Flask, permitindo visualizar os dados em tempo real e configurar o funcionamento do sistema. No desenvolvimento do sistema foram utilizadas diversas linguagens de programação, cada uma com um papel específico na implementação da solução.

Linguagem	Utilização no Projeto
Python	Desenvolvimento do backend, controlo do sistema e comunicação com sensores
HTML/CSS	Estrutura e estilização da interface web
JavaScript	Interatividade da interface e comunicação com o servidor
SQL	Gestão e manipulação da base de dados

Funcionamento do sistema

O sistema executa ciclos regulares de leitura dos sensores, recolhendo valores de temperatura, humidade, luminosidade e presença. Cada leitura é armazenada na base de dados, juntamente com o instante em que foi recolhida. Posteriormente, o controlador automático avalia esses valores com base nos parâmetros definidos para a sala, como temperatura mínima e máxima, limites de luminosidade e tempo sem presença. Quando necessário, o sistema ajusta automaticamente o brilho da iluminação e liga ou desliga a climatização. Caso não seja detetada presença durante o intervalo configurado, os equipamentos são desligados para evitar consumo desnecessário. Este comportamento permite que o espaço se adapte dinamicamente às condições reais de utilização.

Interface web

A interface web foi desenvolvida para permitir ao administrador acompanhar o funcionamento do sistema e intervir sempre que necessário. A aplicação inclui autenticação, dashboard em tempo real, gestão de definições, histórico de leituras e eventos, e gestão de várias salas. A página de login permite ao administrador autenticar-se no sistema.

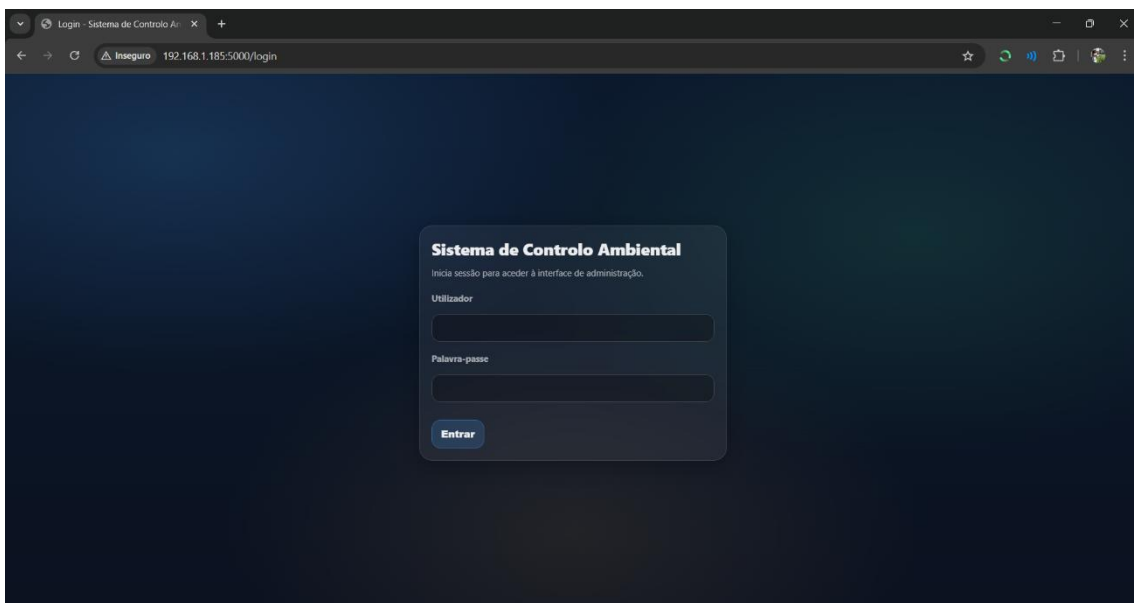


Figura 7- Página de login

O dashboard apresenta os valores ambientais mais recentes, o estado dos equipamentos e o modo de funcionamento do sistema, permitindo também alternar entre modo automático e manual.

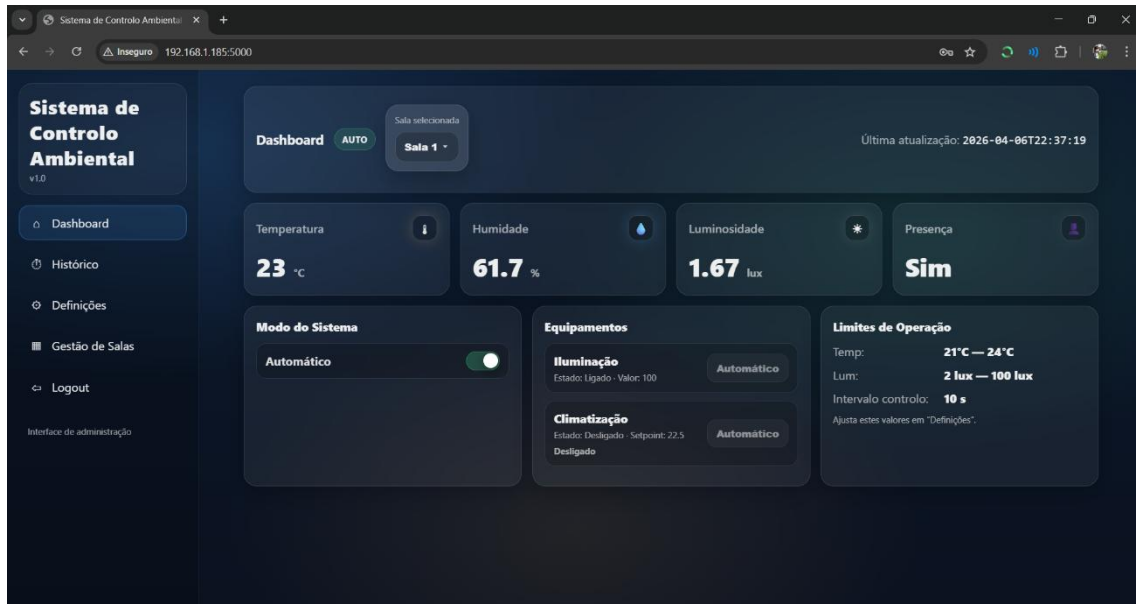


Figura 8- Dashboard

A página de definições permite configurar limites de temperatura, luminosidade e tempos de atualização.

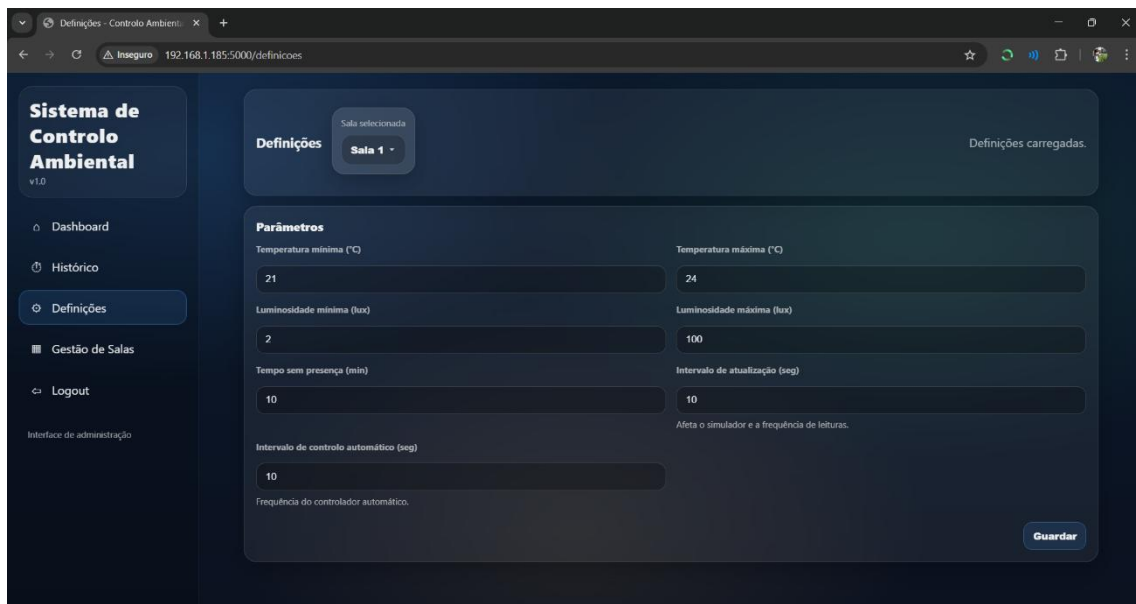


Figura 9- Definições

O histórico permite visualizar gráficos e registos recentes das leituras do sistema.

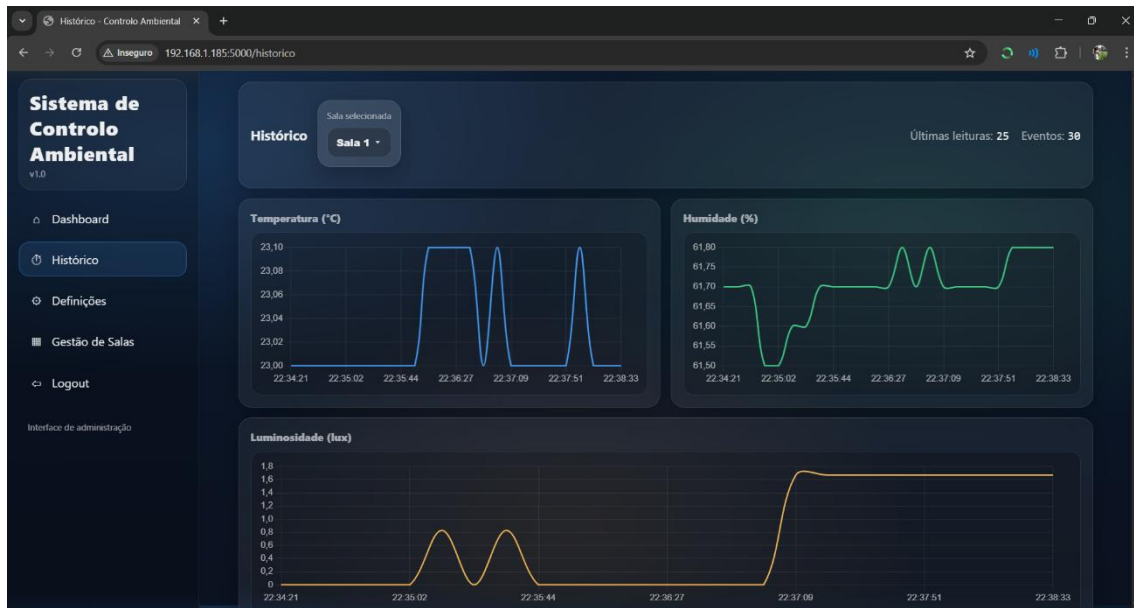


Figura 10- Histórico

A gestão de salas permite criar novas salas, remover salas existentes e configurar os parâmetros de cada sala.

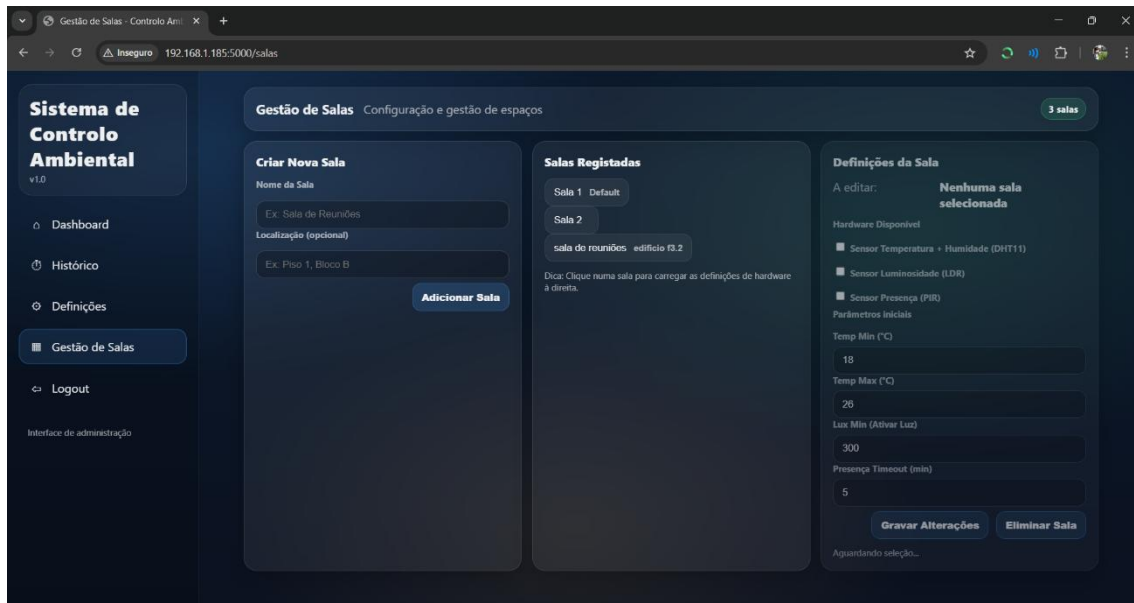


Figura 11- Gestão de Salas

Persistência e histórico

A base de dados suporta a organização lógica do sistema, permitindo associar leituras, equipamentos e definições a diferentes salas. Para além dos valores recolhidos

pelos sensores, são guardados eventos relevantes, como alterações manuais, mudanças de modo automático e erros de leitura ou controlo. Esta estrutura permite não só a operação do sistema em tempo real, mas também a análise histórica do comportamento ambiental e das ações executadas.

Controlo automático

O controlo automático foi implementado com base em regras simples, mas eficazes. A iluminação é ajustada em função dos níveis de luminosidade medidos, com conversão para um valor de brilho entre 0 e 100%. A climatização é controlada consoante os limites mínimo e máximo definidos, sendo aplicado um mecanismo de histerese para evitar oscilações frequentes de estado. Quando a sala deixa de ter presença durante um período prolongado, o sistema coloca os equipamentos em estado desligado. Este modelo de funcionamento permite equilibrar conforto e eficiência energética.

Abrangência

A solução desenvolvida integra conhecimentos adquiridos ao longo da licenciatura em Informática de Gestão, combinando áreas como programação, bases de dados, programação web e sistemas de informação.

O projeto envolve a recolha e tratamento de dados, a sua visualização através de uma interface web e a automatização de processos, contribuindo para uma melhor gestão dos recursos e apoio à tomada de decisão.

Para além da componente técnica, o sistema foi desenvolvido com foco na eficiência e organização da informação, permitindo melhorar o controlo e a utilização dos equipamentos de forma mais inteligente.

Plano de Testes e Validação

Com o objetivo de avaliar o funcionamento do sistema desenvolvido, foi definido um conjunto de testes que incidem sobre os principais componentes do protótipo, nomeadamente a recolha de dados dos sensores, o controlo automático dos equipamentos, o armazenamento de informação em base de dados e a interação através da interface web.

Os testes foram realizados em ambiente real, recorrendo ao Raspberry Pi e aos sensores utilizados no projeto, sendo a atuação dos equipamentos simulada através de LEDs. Esta abordagem permitiu validar o comportamento do sistema de forma prática, assegurando que as funcionalidades implementadas respondem de acordo com os requisitos definidos.

Para cada teste foi definido um procedimento específico, tendo sido registado o respetivo resultado e classificado o seu estado como “Passou” ou “Falhou”.

Tabela 3- Plano de testes e validação

ID	Teste	Procedimento realizado	Resultado obtido	Estado
T1	Recolha de leituras	O sistema foi mantido em execução durante vários ciclos	As leituras foram registadas corretamente ao longo do tempo	Passou
T2	Registo na base de dados	Foram geradas leituras e posteriormente consultado o histórico	Os dados foram armazenados corretamente com indicação temporal	Passou
T3	Atualização do dashboard	O dashboard foi mantido aberto durante o funcionamento do sistema	Os valores foram atualizados automaticamente sem necessidade de recarregar a página	Passou
T4	Alteração de definições	Foram alterados os limites de funcionamento com o sistema em execução	O sistema passou a considerar os novos valores definidos	Passou
T5	Persistência de definições	Após alteração dos parâmetros, foi efetuado reload da aplicação	Os valores mantiveram-se guardados	Passou
T6	Controlo automático da iluminação	Foram simuladas diferentes condições de luminosidade	A intensidade da iluminação foi ajustada automaticamente de acordo com os limites definidos	Passou
T7	Controlo automático da climatização	Foram simuladas temperaturas fora dos limites configurados	O sistema ativou corretamente os modos de aquecimento e arrefecimento	Passou
T8	Desativação imediata por ausência	Foi simulada ausência no espaço, esperando que os equipamentos fossem desativados de imediato	Os equipamentos não foram desativados de imediato, devido à existência de um temporizador configurado	Falhou
T9	Desativação por ausência com temporizador	Foi simulada ausência durante o tempo definido nas configurações	Os equipamentos foram desativados corretamente após o tempo configurado	Passou

T10	Bloqueio em modo automático	Foi tentado o controlo manual com o modo automático ativo	As ações manuais foram corretamente bloqueadas	Passou
T11	Independência física entre salas	Foram criadas várias salas utilizando o mesmo conjunto de sensores	As salas estão separadas logicamente, mas as leituras físicas são idênticas por dependerem do mesmo hardware	Falhou
T12	Resposta a alterações ambientais	Foram provocadas alterações rápidas nas condições de luz e temperatura	O sistema não reage de forma imediata, devido aos intervalos de atualização e controlo configurados	Falhou

Calendário

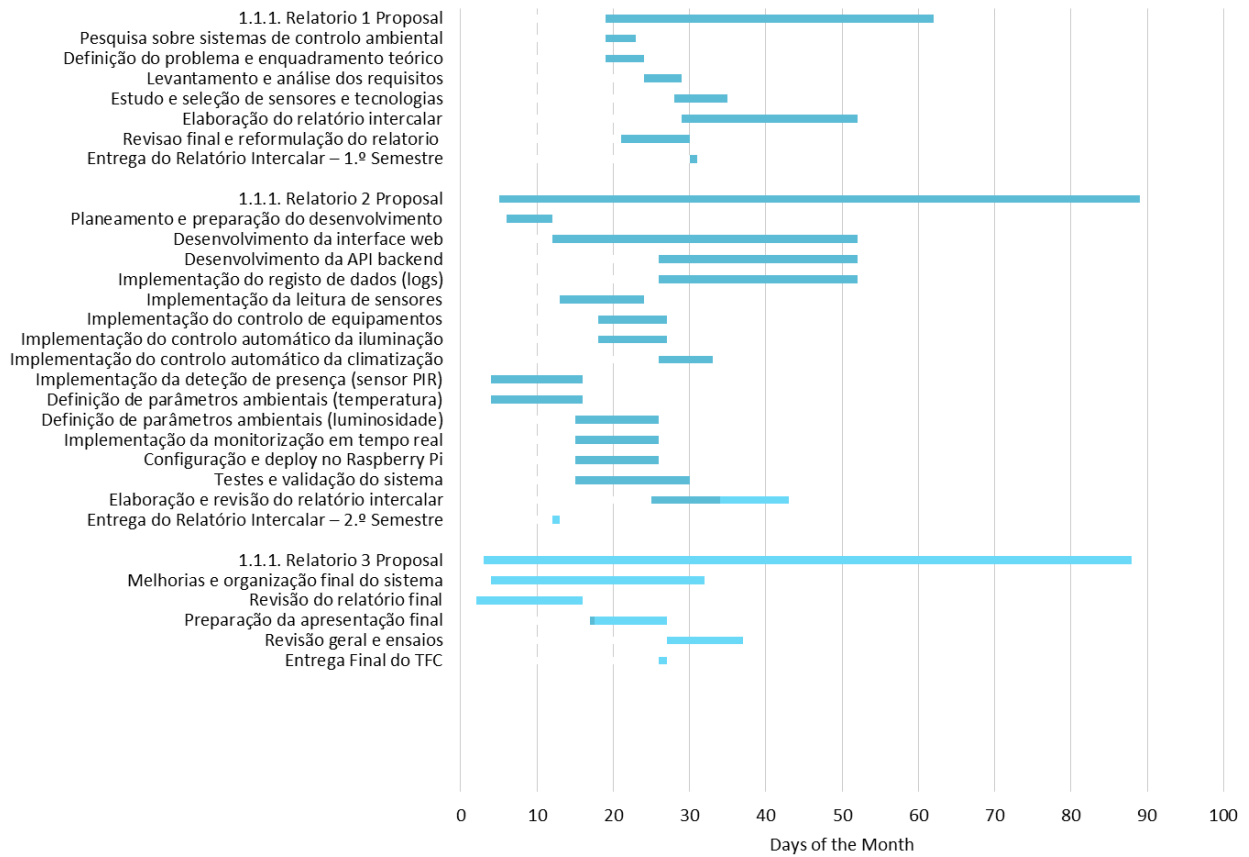


Figura 12- Calendário

Bibliografia

REGULAMENTO DO TRABALHO FINAL DE CURSO (TFC). (2025).

https://moodle.ensinulusofona.pt/pluginfile.php/77400/mod_resource/content/0/%5BTFC-25.26%5DRegulamento_v1.pdf

Raspberry Pi Documentation. (n.d.). Retrieved November 23, 2025, from

<https://www.raspberrypi.com/documentation/>

PlantUml. (n.d.). Retrieved November 23, 2025, from <https://plantuml.com/>

Shelly Europe. (n.d.). Retrieved November 23, 2025, from <https://www.shelly.com/>

Philips Hue PT. (n.d.). Retrieved November 23, 2025, from <https://www.philips-hue.com/pt-pt>

Mauser. (n.d.). Retrieved November 23, 2025, from <https://mauser.pt/>

Legrand. (n.d.). Retrieved November 26, 2025, from <https://www.legrand.pt/e-catalogo/>

CSS Reference. (n.d.). Retrieved April 6, 2026, from <https://www.w3schools.com/cssref/index.php>

Flask Documentation (3.1.x). (n.d.). Retrieved April 6, 2026, from <https://flask.palletsprojects.com/en/stable/>

Python Documentation. (n.d.). Retrieved April 6, 2026, from <https://docs.python.org/3/>

SQLite Documentation. (n.d.). Retrieved April 6, 2026, from <https://sqlite.org/docs.html>

Anexo 1- Lista de Requisitos

Sistema Inteligente de Controlo Ambiental de Espaços								
Área	Temática	ID	Descrição Curta do Requisito	Tipo	Estado	Comportamento	Diagrama	Descrição Longa
1 Sistema Inteligente de Controlo Ambiental de Espaços	1.1 Recolha automática de dados dos sensores	1.1.1	Leitura de temperatura	Funcional		Event-Driven		O sensor de temperatura envia leituras periódicas ao sistema, permitindo que estes valores sejam utilizados para ajustar automaticamente os equipamentos de climatização de acordo com a temperatura ambiente
		1.1.2	Medição da luminosidade exterior	Funcional		Event-Driven		O sistema recolhe o valor da luz natural presente na sala e utiliza essa informação para calibrar a intensidade da iluminação artificial da sala
		1.1.3	Deteção de presença	Funcional		Event-Driven		O sensor de presença deteta movimento ou ocupação humana na sala e comunica essa informação ao sistema, permitindo ativar ou desativar equipamentos como iluminação e climatização
1.2 Automatizar ambiente		1.2.1	Ajuste automático da iluminação	Funcional		Event-Driven		O sistema regula automaticamente a intensidade da iluminação interna com base na quantidade de luz natural disponível na sala
		1.2.2	Controlo automático da climatização	Funcional		Event-Driven		O sistema ajusta a climatização, ligando ou desligando aquecimento ou ar condicionado de acordo com as leituras de temperatura
		1.2.3	Desligar equipamentos sem presença	Funcional		Event-Driven		Quando não é detetada presença na sala durante um intervalo de tempo definido, o sistema desliga automaticamente equipamentos como iluminação e climatização
1.3 Interface e Visualização		1.2.4	Ligar equipamentos com presença	Funcional		Event-Driven		Ao detetar presença na sala o sistema liga a iluminação e a climatização de acordo com as configurações estabelecidas
		1.3.1	Interface mostra estado dos equipamentos	Funcional		Desired Behaviour		A interface web apresenta o estado atual dos equipamentos, se estão ligados ou não, bem como os valores mais recentes recolhidos pelos sensores instalados na sala
		1.3.2	Interface intuitiva e acessível	Não Funcional		Usability		A interface deve ter um design simples, organizado e fácil de interpretar, permitindo rapidamente perceber o estado do sistema
1.4 Funcionamento e Simplicidade do Sistema		1.3.3	Registo de alterações de parâmetros	Não Funcional		Reliability		A plataforma deverá registar todas as alterações aos parâmetros ambientais, incluindo o utilizador responsável e a data/hora da modificação, garantindo rastreabilidade
		1.4.1	Funcionamento autónomo e contínuo	Não Funcional		Reliability		O sistema deve operar de forma contínua e autónoma durante o uso normal, assegurando que a recolha de dados, processamento e automação não sofrem interrupções e não exigem intervenções manuais frequentes
		1.4.2	Utilização de unidades normalizadas	Não Funcional		Quality Attribute		Todas as leituras e informações apresentadas devem utilizar unidades normalizadas, garantindo clareza, consistência e facilidade de interpretação por parte dos utilizadores da interface
1.5 Segurança		1.5.1	Os sensores devem estar fisicamente protegidos	Não Funcional		Reliability		Os sensores instalados na sala devem estar protegidos contra danos acidentais, manipulação indevida ou acesso por parte dos utilizadores da sala. A instalação deve garantir que os sensores permanecem fixos, seguros e inacessíveis, assegurando a fiabilidade das leituras
		1.5.2	O Raspberry Pi deve estar protegido e inacessível aos utilizadores	Não Funcional		Reliability		O Raspberry Pi deve ser instalado num local seguro, protegido contra acesso não autorizado e manipulação incorreta por parte dos utilizadores
		1.5.3	Controlo e prevenção de acesso não autorizado	Não Funcional		Security		O sistema deverá restringir o acesso à plataforma a utilizadores autenticados e impedir qualquer tentativa de acesso não autorizado às funcionalidades de gestão de sensores, equipamentos e parâmetros. Apenas administradores autorizados podem consultar dados, alterar parâmetros, garantindo a segurança das operações do sistema
		1.5.4	Operação apenas com sensores e equipamentos registados	Funcional		Security		A plataforma apenas deverá operar com sensores e equipamentos previamente registados, garantindo que o sistema utiliza exclusivamente dispositivos identificados e associados à sala.
1.6 Fiabilidade		1.5.5	Deteção de alterações no registo	Funcional		Security		O sistema deverá detetar alterações no registo de equipamentos, colocando o dispositivo em modo off-line e emitindo um alerta ao administrador sempre que tal ocorrer.
		1.6.1	Sensores devem operar dentro dos seus intervalos especificados	Não Funcional		Reliability		Os sensores utilizados no sistema (temperatura, luminosidade e presença) devem operar dentro dos intervalos de funcionamento recomendados pelos fabricantes, garantindo leituras fiáveis. A instalação deve assegurar que os sensores não são expostos a condições ambientais fora das suas capacidades, prevenindo leituras incorretas ou falhas de funcionamento
		1.6.2	O sistema deve monitorizar falhas de leitura e reagir adequadamente	Não Funcional		Reliability		O sistema deve detetar falhas de leituras inválidas dos sensores e aplicar mecanismos adequados, como ignorar valores inconsistentes e manter o estado atual dos equipamentos até que uma leitura válida seja restabelecida

Figura 13- Lista de Requisitos

Anexo 2- Formulário de declaração de uso de ferramentas de Inteligência Artificial

Todos os relatórios deverão incluir anexo com cópia, devidamente preenchida, do formulário abaixo.

Assinalar as opções aplicáveis e completar os campos solicitados.

1. Utilização de IA

Não foram utilizadas ferramentas de IA na realização deste trabalho.

Foram utilizadas ferramentas de IA na realização deste trabalho.

2. Ferramentas utilizadas

Assinalar todas as que se aplicam.

Assistência geral à escrita, análise ou ideação

ChatGPT

Microsoft Copilot

Gemini

Claude

Perplexity

Outras. Quais? _____

Assistência à programação / desenvolvimento

GitHub Copilot

Claude

OpenAI Codex

Cursor

Tabnine

Amazon CodeWhisperer / Amazon Q

Outras. Quais? __ ChatGPT _____

Geração de imagem / design / multimédia

DALL·E

Midjourney

Stable Diffusion

Canva AI / Magic Design

Outras. Quais? _____

Outros usos

Contexto: Ferramentas? _____

3. Fases do trabalho em que foi utilizada IA

- Planeamento do trabalho
- Pesquisa exploratória / levantamento inicial de informação
- Documentação técnica
- Redação do relatório
- Desenho / modelação / arquitetura
- Design / prototipagem / interface
- Geração de código
- Revisão / refatoração / debugging de código
- Criação de testes / casos de teste
- Análise de resultados
- Preparação de apresentação ou materiais auxiliares
- Outros. Quais? _____

4. Tipo de utilização

Descrever sucintamente como a IA foi utilizada.

Exemplos: brainstorming, estruturação de secções, revisão linguística, sugestão de arquitetura, geração de exemplos, explicação de conceitos, geração parcial de código, correção de erros, criação de casos de teste, apoio ao design.

A IA foi utilizada como apoio ao desenvolvimento, nomeadamente no esclarecimento de dúvidas técnicas, sugestão de abordagens de implementação e auxílio na resolução de erros. Foi também utilizada pontualmente na organização do código e na revisão linguística do relatório

5. Partes do trabalho afetadas

Indicar as secções, componentes, módulos, ficheiros, entregáveis ou atividades que foram influenciados pelo uso de IA.

Implementação de funcionalidades no backend, Integração de sensores e atuadores, Correção e melhoria de código, Apoio no design da interface web, Revisão do relatório.

6. Exemplos de prompt

Inserir exemplos de prompt, diferenciando por âmbito (enquadrado na questão 2) e fase (enquadrado na questão 4)

How to read data from a DHT22 sensor in Python and handle intermittent read errors?

How to prevent manual UI actions when a system is in automatic mode (frontend + backend validation)?

7. Validação, revisão e intervenção dos autores

Descrever que verificação, revisão, correção, adaptação ou reescrita foi realizada pelos autores.

Nota: se a IA tiver sido usada em código, testes, scripts, modelos, consultas, configurações ou outros artefactos técnicos, deve ser indicado de que forma os autores validaram o funcionamento e confirmaram a sua compreensão.

Todo o conteúdo obtido com apoio de IA foi analisado e adaptado por mim antes de ser integrado no projeto, diretamente no Raspberry Pi, permitindo verificar o funcionamento e comunicação dos sensores. Na parte do relatório é com o objetivo de melhorar o vocabulário e tornar o texto mais claro e compreensível.

8. Grau de utilização

Residual

Moderado

Extensivo

Utilização homogénea

Grau de uso diferenciado por fase ou componente de trabalho

Descrever sucintamente os diferentes usos.

A utilização de IA foi moderada e distribuída de forma homogénea ao longo do desenvolvimento do projeto, tendo sido utilizada sobretudo para esclarecimento de dúvidas técnicas, apoio na implementação de funcionalidades e revisão do relatório

9. Trabalhos em parceria

Protecção de dados confidenciais e recursos proprietários de parceiros

O trabalho foi realizado em parceria com entidade externa ao DEISI

No caso da resposta anterior ser verdadeira, responder às seguintes questões:

O parceiro tem regras para restringir submissão de dados

As submissões validam aplicação de regras de tratamento de dados

Foram implementados mecanismos para restringir a partilha de recursos proprietários

10. Declaração de responsabilidade

Ao assinarem a presente declaração, os autores declaram que:

a informação acima é verdadeira e reflete o uso efetivo de ferramentas de IA na realização do trabalho;

compreendem que a IA não substitui autoria nem responsabilidade académica;

verificaram a validaram e veracidade das referências bibliográficas incluídas no relatório

assumem integralmente a responsabilidade técnica, científica, ética e académica por todo o conteúdo submetido, incluindo texto, código, modelos, testes, imagens, diagramas e restantes artefactos entregues.

11. Identificação dos autores

Nome(s): Tiago Matos

Número(s): a22004362

Data: 03/04/ 2026

Assinatura(s): Tiago Matos

Glossário

LEI	Licenciatura em Engenharia Informática
LIG	Licenciatura em Informática de Gestão
TFC	Trabalho Final de Curso
DHT22	Sensor digital de temperatura e humidade utilizado no projeto
BH1750	Sensor de luminosidade, utilizado para medir a intensidade de luz em lux
PIR	Sensor de movimento por infravermelhos passivos, utilizado para deteção de presença
Raspberry Pi	Computador de placa única utilizado como unidade central de processamento e servidor web local do sistema
Flask	Framework web em Python utilizado para desenvolver o servidor local e a API REST do sistema
SQLite	Sistema de gestão de base de dados relacional embutido, utilizado para armazenar leituras, eventos e definições
PWM	Pulse Width Modulation, utilizado para regular o brilho da iluminação
SSE	Server-Sent Events, mecanismo de comunicação unidirecional do servidor para o browser, utilizado para atualizar o dashboard em tempo real
API REST	Interface de programação baseada em HTTP que permite a comunicação entre o frontend e o backend do sistema
GPIO	General Purpose Input/Output, pinos de entrada/saída do Raspberry Pi utilizados para comunicação com sensores e atuadores
I2C	Protocolo de comunicação série utilizado pelo sensor BH1750 para enviar dados ao Raspberry Pi