

Desenvolvimento de Site Manager para os sistemas de automação e controlo de edifícios (SACE) para uma cadeia de supermercados

DIOGO ADELINO PACHECO MOREIRA

julho de 2025

Desenvolvimento de Site Manager para os sistemas de automação e controlo de edifícios (SACE) para uma cadeia de supermercados

Diogo Adelino Pacheco Moreira

**Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Eletrotécnica -
Sistemas Eléctricos de Energia**

Orientador: Professor Nuno Gomes

Supervisor de empresa: Engenheiro Luís David

Júri:

Presidente:

Fernando Maurício Teixeira de Sousa Dias, Professor Adjunto, ISEP

Vogais:

Sérgio Filipe Carvalho Ramos, Professor Coordenador, ISEP

Nuno Filipe da Fonseca Bastos Gomes, Professor Adjunto, ISEP

Resumo

A crescente complexidade dos edifícios modernos e a necessidade de uma gestão mais eficiente aceleraram o desenvolvimento de sistemas capazes de otimizar o desempenho energético, garantir o conforto dos ocupantes e facilitar a manutenção técnica. Esta tese tem como principal objetivo o desenvolvimento de uma plataforma denominada “*Site Manager*”, desenvolvida para centralizar a monitorização e o controlo técnico de um grupo de lojas. A solução proposta visa melhorar significativamente a deteção de falhas nos sistemas de AVAC, permitindo uma resposta mais rápida e informada às anomalias operacionais. Através da integração de protocolos de comunicação e do uso da ferramenta LWEB, o “*Site Manager*” apresenta os dados recolhidos de forma intuitiva e acessível, contribuindo para uma gestão técnica mais eficaz e proativa.

Palavras-chave: Gestão Técnica Centralizada, Deteção de falhas, AVAC Supervisão Remota.

Abstract

The growing complexity of modern buildings and the increasing demand for more efficient management have accelerated the development of systems capable of optimizing energy performance, guaranteeing occupant comfort, and facilitating technical maintenance. This thesis focuses on the development of a platform called "Site Manager," designed to centralize the monitoring and technical control of a group of retail stores. The proposed solution aims to significantly improve fault detection in HVAC, enabling quicker and more informed responses to operational anomalies. Through the integration of communication protocols and the use of the LWEB tool, the "Site Manager" presents the collected data in an intuitive and accessible manner, contributing to more effective and proactive technical management.

Keywords: Centralized technical Management, Fault Detection HVAC, Remote Supervision

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento da Tese	1
1.2	Objetivos	2
1.3	Estrutura do documento	2
2	Suporte Teórico	5
2.1	Sistemas de automação e Controlo de Edifícios (SACE)	5
2.2	Monitoramento de falhas nos edifícios	6
2.2.1	Tipos de falhas detetadas e alarmes associados	6
2.2.2	Benefícios na implementação de Gestão Central	8
2.3	Ferramentas de visualização de dados	8
2.3.1	Grafana.....	9
2.3.2	Power BI.....	9
2.3.3	L-Studio	10
2.3.4	Comparação das ferramentas de Visualização.....	11
2.3.5	Escolha da ferramenta de Visualização.....	11
3	Descrição do Sistema	13
3.1	Arquitetura do sistema.....	13
3.2	Intercomunicação do sistema	15
3.3	Trabalho Anterior	17
3.3.1	Interface de Utilizador Anterior	18
3.4	Levantamento de dados disponíveis.....	18
3.4.1	Informação necessária	19
4	Estrutura do Site Manager	21
4.1	Página Inicial	21
4.2	Página Regional	23
4.3	Página da loja	24
5	Trabalho desenvolvido	27
5.1	Levantamento de requisitos.....	27
5.2	Design e prototipagem da interface	27
5.3	Implementação Técnica em LWEB.....	28
5.4	Teste e validação com utilizadores	28
6	Conclusão e melhorias futuras	29
6.1	Conclusão	29

6.2 Melhorias futuras 29

Lista de Figuras

Figura 1 - Sede da RACE.....	1
Figura 2 – Conexão de um sistema SACE [2].	6
Figura 3 – Exemplo de interface de Grafana[5]	9
Figura 4 – Exemplo de interface do Power BI[6]	10
Figura 5 – Exemplo de interface do L-Studio[7]	10
Figura 6 – Diagrama de comunicações possíveis dentro de uma loja.....	14
Figura 7 - Interface de conexão entre L-INX e L-IOB[9].....	15
Figura 8 - Linx 153[10]	16
Figura 9 - Liob-590[9]	16
Figura 10 - Display de imagem L-VIS[11]	17
Figura 11 - Equipamento de Unidade de Tratamento de ar[12]	17
Figura 12 - Imagem exemplo de selecionador de loja	18
Figura 13 - Página Inicial do site manager.....	21
Figura 14 - Página de distrito.....	23
Figura 15 – Interface de uma loja selecionada.....	24
Figura 16 - Seleção de loja.....	25
Figura 17 – Diferentes estados do equipamento	26
Figura 18 – Lista de alarmes, <i>trendgraph</i> de temperatura interior e temperatura de AQS	26

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Tabela de identificação de diversos alarmes.....	7
Tabela 2 – Benefícios da implementação de sistemas Integrados de monitorização	8
Tabela 3 - Tabela de comparação de diferentes ferramentas de visualização	11
Tabela 4 - Presença de controlo de equipamento	19
Tabela 5 – Tempo de navegação entre lojas.....	28

Acrónimos e Siglas

Lista de Acrónimos

AQS	Águas Quentes Sanitárias
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
DALI	<i>Digital Addressable Lighting Interface</i>
RACE	<i>Refrigeration & Air Conditioning Engineering</i>
UCA	Unidade de climatização Autónoma
UTA	Unidade de tratamento de ar

1 Introdução

Esta secção apresenta o enquadramento e os objetivos a serem realizados nesta tese. É também incluída uma explicação detalhada da empresa onde o projeto foi desenvolvido, bem como os objetivos específicos do trabalho realizado. Por fim, é descrita a estrutura do documento. contém informação sobre a estruturação do documento.

1.1 Enquadramento da Tese

Esta dissertação incide sobre um tema proposto pela empresa RACE (*“Refrigeration & Air Conditioning Engineering”*), especializada na implementação e gestão de sistemas de refrigeração e de AVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado). A empresa teve a origem em 1992 sob o nome SISTAVAC, posicionando-se como referência nos setores da Refrigeração e Climatização, com especialização no desenvolvimento de soluções de AVAC, hidráulica e gestão técnica centralizada. Em 2011 foi iniciado um processo de reorganização interna, com o objetivo de otimizar a sua eficiência operacional. Este processo resultou, em 2017, com um *“rebranding”* para refletir os seus serviços e presença no mercado[1]. Na seguinte figura é possível ver a cede da RACE.



Figura 1 - Sede da RACE

A realização deste trabalho decorreu num contexto empresarial, com presença física na empresa três dias por semana, em horário laboral das 9h às 18h.

1.2 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo desenvolver uma aplicação “*front end*” que permita a supervisão e gestão centralizada da manutenção de um conjunto de lojas, de forma intuitiva e acessível. Através desta plataforma, um único utilizador poderá monitorizar, em tempo real, o estado dos equipamentos instalados, incluindo a visualização de alarmes ativos e desvios de temperatura em todas as lojas da rede.

O sistema foi concebido para disponibilizar, de forma clara, o estado operacional das instalações, facilitando a tomada de decisões informadas por parte dos técnicos e gestores. Os principais requisitos da aplicação podem ser resumidos nos seguintes pontos:

- Monitorização contínua:

O sistema deve possibilitar a aquisição contínua de dados relativos a alarmes e desvios de temperatura.

- Gestão de alarmes:

Os alarmes devem fornecer uma descrição detalhada do estado dos equipamentos, incluindo um histórico cronológico das ocorrências registadas.

- Interface do Utilizador:

A aplicação deve oferecer uma navegação simples e intuitiva, com compatibilidade para computadores, tablets e dispositivos móveis, minimizando a necessidade de formação por parte dos utilizadores.

- Análise de desempenho:

O sistema deve permitir a análise comparativa entre lojas, facilitando a identificação de desvios ou falhas que possam comprometer a eficiência energética ou a sustentabilidade operacional.

1.3 Estrutura do documento

A estrutura deste documento acompanha, de forma sequencial, as várias etapas desenvolvidas ao longo do projeto, estando organizada nas seguintes secções:

Suporte teórico: Apresenta informação sobre a gestão de edifícios, tipos de erros/problemas são possíveis de encontrar e ferramentas com a capacidade de auxiliar a criação de um modelo centrado para gestão de edifícios.

Descrição do sistema: Apresenta informação sobre a estrutura do de conexão, equipamento utilizado para efetuar a monitorização e o levantamento de dados efetuado para a caracterização do trabalho, como também ao número de sensores/alarmes presentes para caracterizar o estado da loja.

Trabalho desenvolvido: Com o trabalho desenvolvido é possível de verificar o trabalho realizado, sendo este o *Frontend* para a gestão de edifícios.

Analisa as abordagens utilizadas anteriormente, identificando limitações e oportunidades de melhoria.

Seleção dos dados apresentados: Justifica a escolha dos dados a serem exibidos na plataforma, com base na sua relevância para a monitorização e manutenção.

Trabalho desenvolvido: Detalha o trabalho realizado.

Conclusão: Resume os principais resultados obtidos e as contribuições do trabalho.

Melhorias Futuras: Sugere possíveis adições e aperfeiçoamentos a considerar em desenvolvimentos futuros.

2 Suporte Teórico

Esta secção tem como objetivo apresentar os Sistemas de Automação e Controlo de Edifícios (SACE), abordando os seus principais componentes e funcionalidades, com um foco na automação e no controlo integrado de edifícios. Serão explorados os diferentes tipos de software utilizados na gestão desses sistemas, bem como os métodos utilizados para a deteção e gestão de falhas operacionais.

2.1 Sistemas de automação e Controlo de Edifícios (SACE)

A tecnologia SACE desempenha um papel essencial na gestão eficiente dos recursos em edifícios modernos. O seu principal objetivo é otimizar o consumo de energia, aumentar o conforto dos ocupantes e garantir elevados níveis de segurança. Para isso, integra diversos sistemas, como AVAC, iluminação, bombagem, entre outros, assegurando uma operação inteligente e coordenada, com controlo total sobre as condições ambientes.

A função central do SACE é monitorizar continuamente o desempenho dos sistemas, possibilitando respostas rápidas em caso de falhas. Este sistema é constituído por uma rede de dispositivos interligados, incluindo sensores, atuadores e unidades de monitorização, que atuam de forma conjunta para controlar e automatizar os diferentes subsistemas do edifício.

A figura seguinte apresenta o fluxo de informação e atuação num sistema SACE. Os sensores captam variáveis ambientais como temperatura, humidade e presença de ocupantes, enviando os dados para os controladores. Estes processam a informação com base em parâmetros pré-definidos e, conforme necessário, acionam os atuadores. Essa cadeia de comunicação permite ajustes automáticos nos sistemas AVAC, iluminação e bombagem, assegurando que o edifício opere dentro de condições ideais de conforto, eficiência energética e segurança[2].

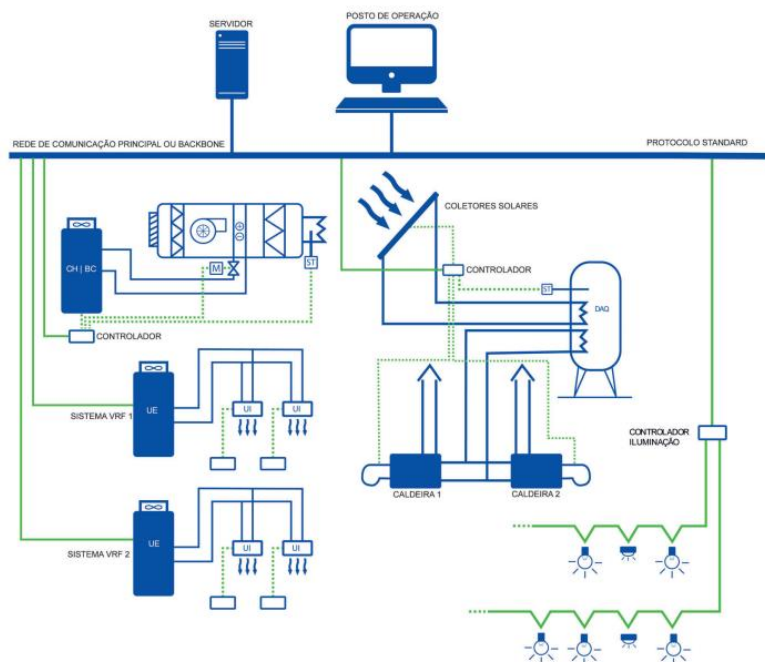


Figura 2 – Conexão de um sistema SACE [2].

2.2 Monitoramento de falhas nos edifícios

O monitoramento de falhas é uma componente essencial na gestão técnica de edifícios, permitindo não apenas a prevenção de danos aos equipamentos, mas também a identificação de ineficiências no seu funcionamento. Falhas nos sistemas AVAC ou bombagem, por exemplo podem resultar em aumentos inesperados no consumo de energia, afetando a sua eficiência operacional.

A geração de alarmes permite a deteção imediata de anomalias no funcionamento dos equipamentos, o que permite uma abordagem de manutenção proativa. Esta capacidade de resposta rápida permite minimizar danos, evitar interrupções prolongadas e prolongar a vida útil do equipamento.

Além disso, um sistema de monitoramento eficaz contribui para a segurança e conforto dos ocupantes do edifício. Em particular, falhas no sistema AVAC podem comprometer significativamente o conforto térmico dos utilizadores e mercadoria, ao não conseguirem manter as condições ambientais programadas.

2.2.1 Tipos de falhas detetadas e alarmes associados

A tabela 1 apresenta um agregado dos principais subsistemas monitorizados em edifícios inteligentes, bem como possíveis falhas recorrentes, as suas causas prováveis e os mecanismos de deteção associados.

Destaca-se que cada subsistema, tal como, AVAC, bombagem, iluminação, AQS e sensores ambientais, possuem requisitos de operação específicos, onde a sua monitorização continua permite antecipar falhas graves, garantindo o funcionamento eficiente do edifício.

No sistema AVAC, a deteção de desvios nos parâmetros de conforto térmico é essencial para assegurar condições adequadas de ocupação. De acordo com o decreto de lei n.º243/86, a temperatura ideal para ambientes de trabalho situa-se entre 18 °C e 22 °C[3], com a capacidade de atingir um máximo de 25 °C em condições extremas [3], enquanto a humidade relativa é recomendada uma oscilação entre 50% e 70%[3]. Valores fora destes intervalos indicam possíveis falhas nos sistemas de climatização, ventilação ou sensores, justificando intervenção preventiva.

Tabela 1 - Tabela de identificação de diversos alarmes

Subsistema	Tipo de Ocorrência	Causa das Prováveis	Deteção e Implicações
AVAC	Incapacidade de manter os parâmetros de temperatura e qualidade do ar estabelecidos	Defeitos em unidades de aquecimento/arrefecimento; defeito em sensores de temperatura/humidade; problemas na filtragem do ar	Permite manutenção preditiva e ajuda a prevenir falhas sistemáticas mais graves
Sistema de Bombagem	Variações anómalas de pressão	Falha nas operações das bombas ou obstrução nas tubagens	Alarmes gerados automaticamente; risco de interrupção no abastecimento de água
Sistema de Iluminação	Anomalias no funcionamento dos dispositivos luminosos ou na intensidade da iluminação	Falhas detetadas por sensores de luminosidade	O acionamento automático de alarmes permite reposição rápida e garante o conforto e a eficiência energética
AQS	Alterações anómalas na temperatura dos reservatórios	Variações fora dos intervalos operacionais definidos	Alarmes gerados visam prevenir riscos sanitários, como a proliferação de <i>Legionella pneumophila</i>
Sensores Ambientais	Leituras incorretas de variáveis como temperatura, humidade, luminosidade, etc.	Avarias nos próprios sensores ou falhas de comunicação entre dispositivos	Respostas inadequadas do sistema automatizado, podem provocar desgaste prematuro dos equipamentos
Sistemas de segurança	Falhas de funcionamento em sensores de movimento	Defeitos no hardware ou falhas na comunicação entre dispositivos	Comprometimento da integridade do sistema de segurança, com potenciais riscos para os ocupantes do edifício

Já nos sistemas AQS, a monitorização da temperatura dos reservatórios ajuda a prevenir riscos sanitários. Alarmes podem ser acionados sempre que ocorre alterações anómalas, que permitem a proliferação de bactérias como *legionella pneumophila*, cuja sobrevivência é possível abaixo dos 63°C[4].

No caso dos sistemas de bombagem e iluminação, alterações inesperadas na pressão da água ou falhas no nível de luminosidade são detetadas automaticamente, permitindo resposta rápida e eficaz.

Neste contexto, a implementação de alarmes automáticos e de manutenção baseada em dados reais representa uma mais-valia clara na resiliência e na eficiência operacional dos edifícios.

2.2.2 Benefícios na implementação de Gestão Central

A tabela 2 resume os principais benefícios à implementação de sistemas integrados de monitorização em edifícios. Estes sistemas não só permitem a redução de custos operacionais, como também, aumentam a fiabilidade da operação.

Tabela 2 – Benefícios da implementação de sistemas Integrados de monitorização

Aspeto	Descrição	Impacto/Vantagem
Redução de Custos Operacionais	Deteção antecipada de anomalias onde é evitado intervenções corretivas e minimiza paragens prolongadas	Menores custos de manutenção e maior disponibilidade operacional
Centralização da Supervisão	Utilização de plataformas como o Site Manager permite concentrar a gestão de falhas num único sistema	Aumento da fiabilidade de operação para proprietários e gestores
Monitorização Contínua	Acompanhamento permanente do estado dos sistemas automatizados	Garante operação ininterrupta e reforça a resiliência do edifício
Manutenção Baseada em Dados Reais	Adoção de práticas de manutenção estruturadas com base em dados reais de funcionamento	Melhoria da eficiência energética e operacional

A centralização da supervisão, através de plataformas como LWEB, facilita a gestão eficiente de falhas, ao reunir, num único ponto toda a informação crítica para operadores e gestores.

Por outro lado, a monitorização contínua do estado dos sistemas permite uma resposta imediata a eventuais desvios, enquanto a manutenção baseada em dados reais conduz à implementação de estratégias mais sustentáveis, com impacto positivo na eficiência energética e operacional.

2.3 Ferramentas de visualização de dados

A visualização dos dados provenientes dos sistemas de automação de edifícios é uma das funcionalidades centrais do Site Manager. Ferramentas como Grafana[5], Power BI[6] e LWEB[7] desempenham um papel fundamental nesse processo, ao permitirem o acompanhamento contínuo e atualizado do desempenho dos sistemas, facilitando a análise de dados, a identificação de falhas e a tomada de decisões informadas por parte dos gestores técnicos.

Essas ferramentas possibilitam a criação de dashboards personalizados e oferecem recursos avançados de análise e geração de relatórios, contribuindo para uma gestão mais eficiente e proativa dos edifícios automatizados.

2.3.1 Grafana

Grafana é uma ferramenta de código aberto utilizada para monitoramento e monitorização de dados ao vivo. Destaca-se pela sua capacidade de personalização e pela facilidade de integração com diversas fontes de dados, incluindo equipamento como sensores, controladores e sistemas automatizados.

No contexto da automação de edifícios, o Grafana permite a criação de “dashboards” interativos que exibem informações relevantes, como consumo energético, estado dos sistemas AVAC, alarmes e eventos de falha. A integração da ferramenta com o Site Manager facilita o acompanhamento contínuo das condições do edifício e a receção de alertas de forma imediata, promovendo uma gestão proativa[5].

Na figura 3 é possível ver um exemplo de site manager do Grafana, onde é permitido a personalização dos “dashboards” permitindo a disposição de dados relevantes a monitorizar.



Figura 3 – Exemplo de interface de Grafana[5]

2.3.2 Power BI

Desenvolvido pela Microsoft, o Power BI é uma ferramenta de visualização e análise de dados, com o foco na criação de dashboards interativos e relatórios personalizados. A plataforma permite a integração com várias fontes de dados e disponibiliza recursos avançados de análise.

No contexto de edifícios inteligentes, o Power BI pode ser utilizado para gerar relatórios detalhados sobre o desempenho dos sistemas instalados, tais como o consumo energético ou a eficiência dos sistemas AVAC. Os relatórios podem ser facilmente partilhados entre diferentes gestores, promovendo uma gestão colaborativa.[6].



Figura 4 – Exemplo de interface do Power BI[6]

2.3.3 L-Studio

L-Studio é uma ferramenta desenvolvida pela Loytec, dedicada à programação, configuração e visualização de dispositivos da própria marca. A ferramenta o utilizador final, com melhor integração da marca Loytec. Esta solução é especialmente útil para a gestão direta de sistemas de automação de edifícios baseados em tecnologia Loytec.

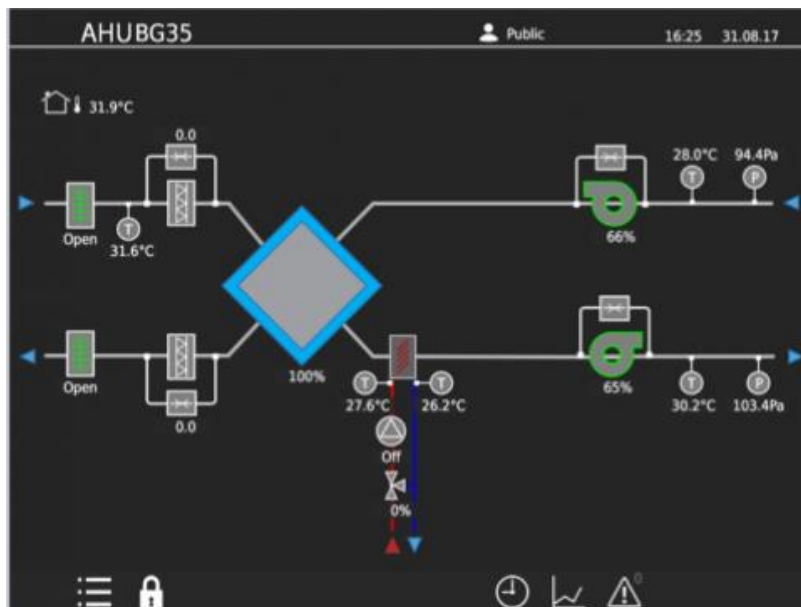


Figura 5 – Exemplo de interface do L-Studio[7]

Com o L-Studio, os gestores têm acesso à configuração e monitorização contínua do equipamento, onde podem ajustar os parâmetros operacionais conforme necessário. A integração com o Site Manager permite uma atuação rápida perante falhas e um controlo detalhado dos subsistemas automatizados[7].

2.3.4 Comparação das ferramentas de Visualização

A tabela seguinte apresenta uma comparação entre três ferramentas de visualização utilizadas no âmbito da gestão de edifícios automatizados: Grafana, LWEB e L-Studio. Cada ferramenta oferece funcionalidades específicas que complementam diferentes aspetos das necessidades de monitoramento e controlo no Site Manager.

Tabela 3 - Tabela de comparação de diferentes ferramentas de visualização

Ferramenta	Funcionalidade Principal	Contribuição para o Site Manager	Principais Benefícios
Grafana	Monitoramento e visualização em tempo real	Criação de dashboards interativos para supervisão contínua	Personalização dos painéis, suporte a múltiplas fontes de dados
Power BI	Análise de dados históricos e relatórios	Geração de relatórios detalhados sobre o desempenho do edifício	Análise avançada, partilha de relatórios e integração com fontes diversas.
LWEB	Programação e configuração de dispositivos Loytec.	Controlo direto e visualização em tempo real de dispositivos Loytec	Integração com dispositivos físicos, capacidade de resposta em tempo real

Estas ferramentas são complementares e quando integradas, oferecem uma solução robusta e abrangente para a monitorização e gestão eficiente dos edifícios automatizados. O Grafana destaca-se pela sua flexibilidade oferta de um produto de *“open source”*, o Power BI pela sua capacidade analítica e integração com produtos da Microsoft e L-Studio pela sua interação direta com os dispositivos de controlo.

2.3.5 Escolha da ferramenta de Visualização

A implementação da interface foi realizada com a ferramenta LWEB-900 da Loytec, utilizada para a apresentação de dados em tempo real.

A escolha do sistema LWEB deve-se à sua integração com o sistema já existente, o que facilitou a ligação com as lojas e permitiu manter o *“workflow”* atualmente em uso, sem necessidade de alterações nos processos estabelecidos.

3 Descrição do Sistema

Este capítulo aborda os conceitos relacionados com a arquitetura dos sistemas de automação, focando-se na hierarquia e intercomunicação entre os diferentes dispositivos, bem como nas suas respetivas funcionalidades dentro da infraestrutura técnica de um edifício.

3.1 Arquitetura do sistema

A figura 6 apresenta o diagrama de comunicações possíveis dentro de uma loja. Neste diagrama, é possível observar a forma como os diferentes equipamentos – como as Unidades de Tratamento de Ar (UTA), chillers, rooftops e contadores de energia, realizam uma ligação ao controlador central L-INX através do protocolo Modbus. Estes dispositivos, são encontrados muitas vezes em pontos distintos da infraestrutura, sendo integrados ao sistema central através de Modbus, permitindo a monitorização e comando remoto.

O protocolo M-Bus, também representado na figura, é utilizado para a recolha de dados de contadores de água e térmica, sendo particularmente útil na medição e gestão do consumo energético dos edifícios. Este método permite a conceção de vários equipamentos a uma única linha permitindo a gerência de vários dispositivos de diferentes fabricantes[8].

Além disso, a ligação entre os módulos L-IOB e o L-INX é feita via Ethernet, o que garante uma transmissão de dados rápida e fiável. Os L-IOB são responsáveis pela ligação direta a equipamentos como ventiladores, sistemas de iluminação e Águas Quentes Sanitárias (AQS).

A figura apresenta ainda a possibilidade de acesso remoto, através de um endereço IP, permitindo que a interface gráfica do utilizador (local ou remota) aceda aos dados operacionais e efetue o controlo dos equipamentos.

Assim, a figura 6 sintetiza a arquitetura de comunicações da loja, ilustrando as principais ligações entre dispositivos, protocolos utilizados e pontos de acesso à informação, conforme detalhado na descrição acima

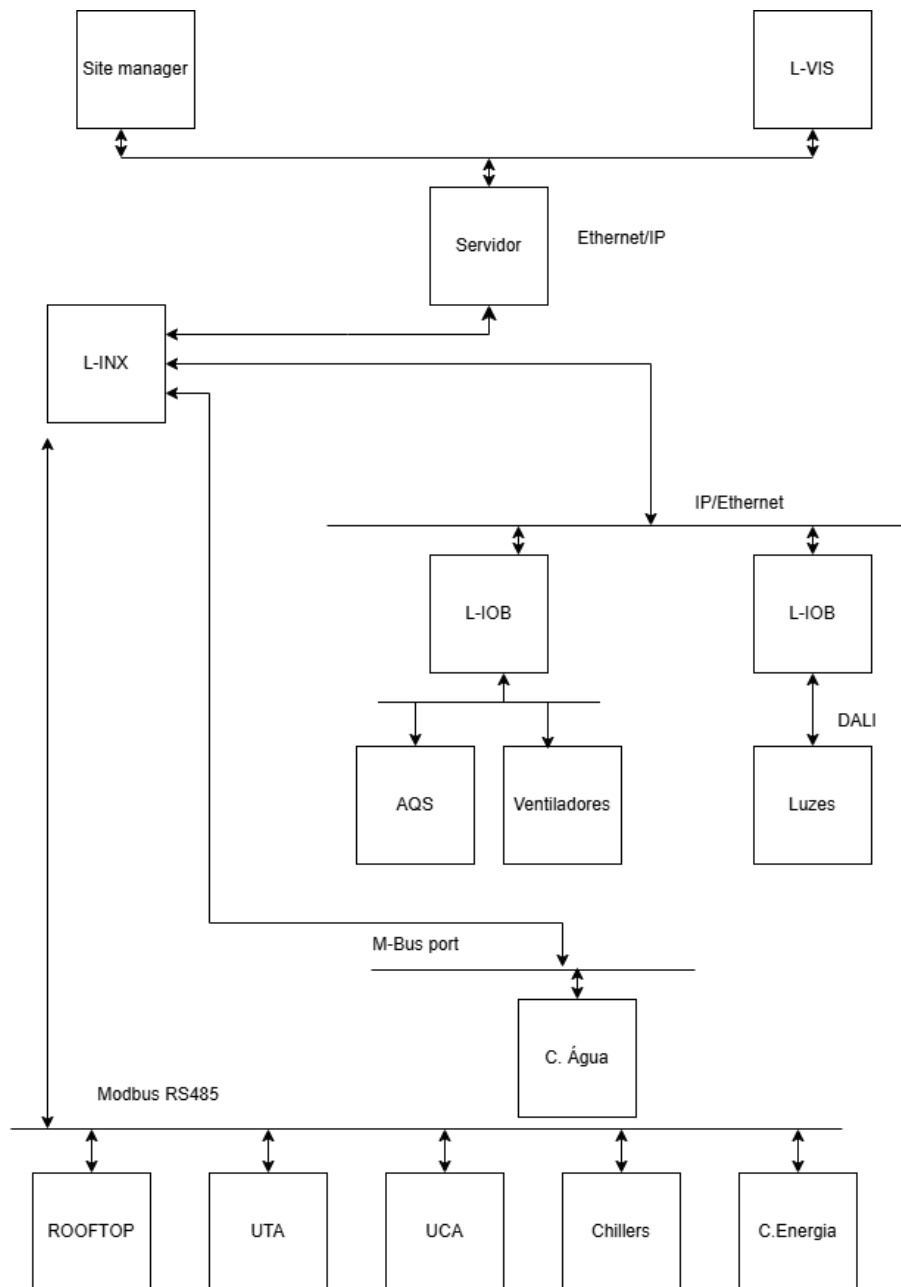


Figura 6 – Diagrama de comunicações possíveis dentro de uma loja

A figura 7 demonstra a interface de conexão entre o controlador L-INX e múltiplos módulos L-IOB, o que permite flexibilidade e escalabilidade ao sistema. Esta configuração permite que diferentes tipos de equipamentos, como UCAs, ventilação ou AQS, sejam integrados e controlados de forma centralizada. A ligação em cadeia dos módulos L-IOB, realizada através de conexões Ethernet ao L-INX, possibilita a expansão do número de dispositivos monitorizados e controlados, superando as limitações físicas dos sistemas ponto-a-ponto tradicionais.

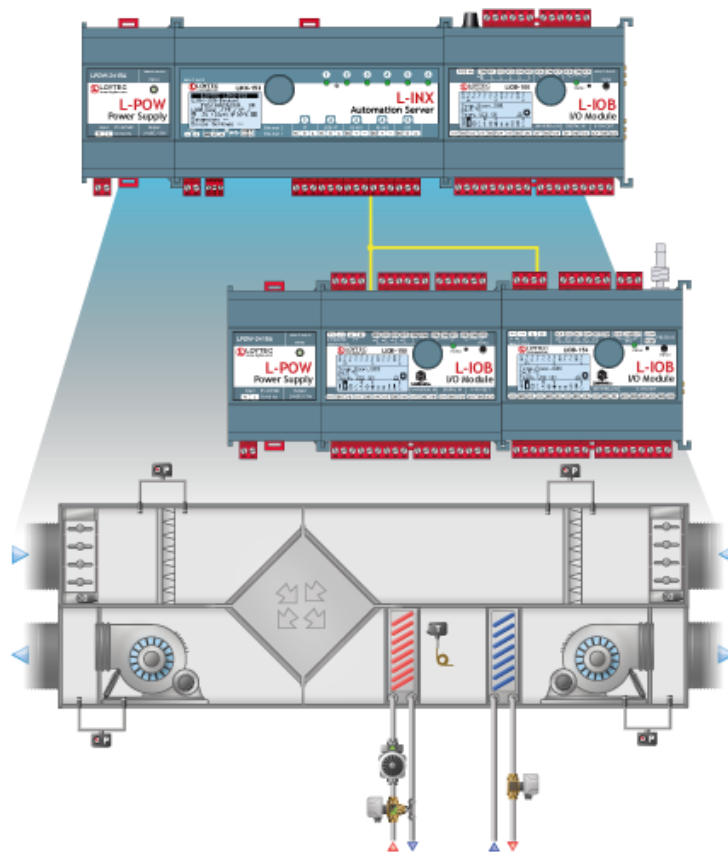


Figura 7 - Interface de conexão entre L-INX e L-IOB[9]

3.2 Intercomunicação do sistema

A intercomunicação entre os diversos componentes do sistema de automação é assegurada por equipamento como os controladores L-INX e os módulos de entrada e saída L-IOB, responsáveis por integrar e gerir os diferentes subsistemas de cada loja.

Como apresentado na figura 8, o L-INX atua como o elemento central do sistema de automação, estabelecendo uma ligação direta com o servidor central e permitindo a gestão remota dos equipamentos de climatização, iluminação e ventilação. A ligação ao servidor central também

possibilita o armazenamento de dados históricos, além do envio pontual e automático de alarmes em caso de anomalias.

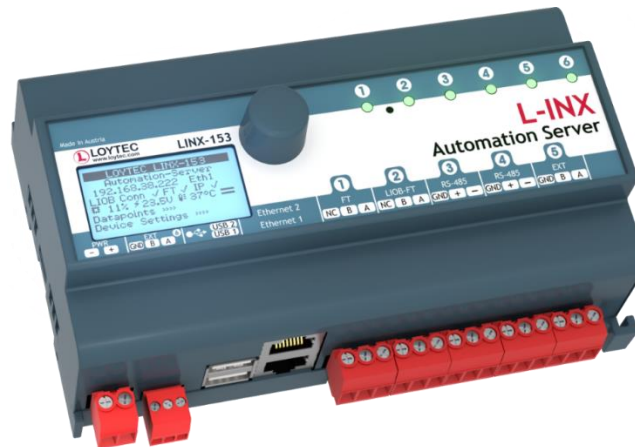


Figura 8 - Linx 153[10]

Na Figura 9 é apresentado o módulo L-IOB, um componente de expansão que se conecta ao L-INX, permitindo o controlo direto dos equipamentos a que está ligado. Este módulo apresenta-se essencial na conexão e controlo direto de uma grande variedade de equipamentos, como ventiladores, iluminação e sensores ambientais.

O L-IOB apresenta versatilidade, integrando múltiplas entradas e saídas digitais e analógicas, o que possibilita a recolha de dados relevantes, como temperatura ambiente, estado de funcionamento de equipamentos e qualidade do ar interior. Para além de controlar os dispositivos com base nos parâmetros definidos no sistema.



Figura 9 - Liob-590[9]

A figura 10 apresenta o painel gráfico L-VIS, um dispositivo de interface tátil utilizado para a visualização e operação local dos sistemas de automação do edifício. O L-VIS permite ao utilizador aceder de forma direta e intuitiva à interface de monitorização e controlo, sem necessidade de recorrer a um computador ou navegador web.



Figura 10 - Display de imagem L-VIS[11]

Por fim na figura 11 é apresentado um equipamento do grupo UTA, responsável por funções essenciais como filtragem, ventilação, desumidificação e humidificação do ar. O principal fator diferencial que distingue as UTAs das UCAs está na forma como é realizado o controlo térmico:

Na UC, o aquecimento e arrefecimento são gerados internamente por meio de um compressor, formando um sistema autónomo e fechado. Este tipo de unidade dependendo da localização onde se encontra pode ser também designado por “*Rooftop*”.

A UTA depende de uma fonte externa de energia térmica, como uma caldeira ou um chiller, para realizar o controlo da temperatura. Essa dependência externa exige uma maior coordenação entre os sistemas para manter as condições ideais de climatização.



Figura 11 - Equipamento de Unidade de Tratamento de ar[12]

Na figura 7, é possível observar o trajeto do ar dentro da UTA, passando por filtros para a remoção de partículas, seguindo pela secção de aquecimento ou arrefecimento, que pode ser realizada internamente (UCA) ou com apoio de sistemas externos (UTA).

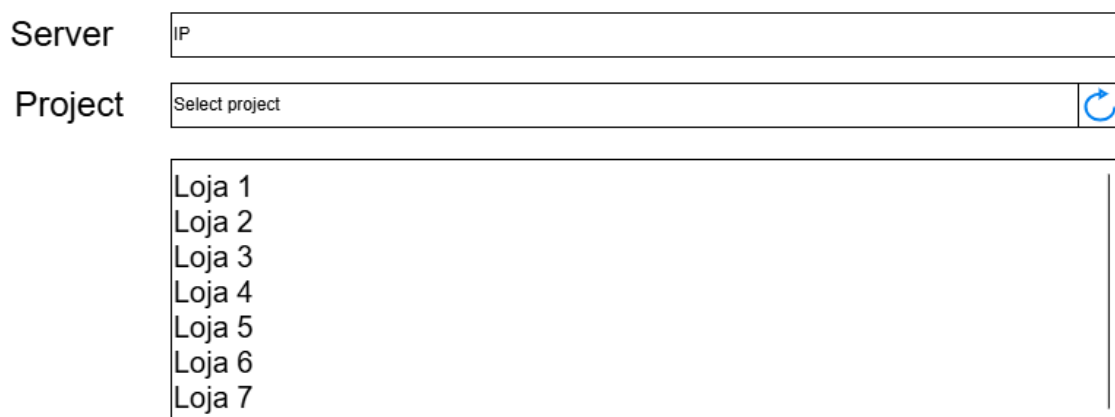
3.3 Trabalho Anterior

Esta parte da tese descreve o sistema anteriormente utilizado para a monitorização de um conjunto de lojas, analisando as suas limitações em termos de usabilidade e eficiência operacional.


3.3.1 Interface de Utilizador Anterior

O sistema anteriormente em uso tinha como principal funcionalidade o acesso direto aos detalhes de cada loja, sem disponibilizar uma visão geral do estado do conjunto de lojas monitorizadas. Como ilustrado na figura seguinte, a navegação era feita através de uma lista de lojas organizadas alfabeticamente, permitindo ao utilizador procurar uma específica loja por nome.

Select LWEB-900 project



Server

Project 

- Loja 1
- Loja 2
- Loja 3
- Loja 4
- Loja 5
- Loja 6
- Loja 7

Figura 12 - Imagem exemplo de selecionador de loja

No entanto, esta abordagem apresentava diversas limitações. A interface não tem a capacidade de fornecer informações atualizadas dinamicamente, sobre cada loja antes da sua seleção, o que dificulta a identificação de anomalias e a comparação entre instalações. Para aceder ao estado de uma loja, necessita a entrada individual, tornando o processo ineficiente e consumidor de tempo.

Com aproximadamente 60 sob monitorização, esta falta de uma visão consolidada comprometia significativamente o planeamento e a execução de ações de manutenção. Além disso, sempre que se pretendia aceder a uma loja, o sistema exigia a inserção de credenciais de acesso, o que aumentava o tempo de operação. Para visualizar mais do que uma loja em simultâneo, o utilizador tinha de abrir separadores distintos no navegador, o que tornava a navegação pouco prática.

Outro fator limitador era a ausência de indicadores visuais rápidos sobre o estado geral das lojas para verificar a existência de problemas, o que aumenta o tempo necessário para a deteção de falhas.

Dessa forma, a navegação e o controle das lojas tornam-se mais demorados e ineficazes, o que, por sua vez, afeta o planeamento de manutenção e a agilidade na resolução de problemas.

3.4 Levantamento de dados disponíveis

Esta secção da tese apresenta os dados recolhidos, procedendo a uma descrição aos dados adotados para a priorização das informações a serem disponibilizadas ao utilizador final. O objetivo é garantir que os dados selecionados sejam consistentes e representativos entre as diferentes lojas analisadas.

3.4.1 Informação necessária

Na tabela 2, é apresentada a distribuição da presença de diferentes tipos de equipamento em 57 lojas. Essa tabela serviu de base para identificar qual a informação mais relevante e viável para a apresentação uniforme do estado da loja. A tabela permite identificar três categorias de sensores, sendo elas sensores exteriores, sensores interiores e contadores.

Sensores exteriores fornecem dados sobre a temperatura exterior e a sua correspondente humidade.

Sensores interiores disponibilizam dados mais detalhados sobre as condições internas da loja, como temperatura, estado da iluminação, e informações sobre os sistemas de AVAC e AQS.

Contadores medem o consumo de energia e água, permitindo a comparação entre lojas e a identificação de padrões de consumo ou discrepâncias no comportamento energético.

A seleção dos dados a serem utilizados no projeto foi baseado na presença consistente de sensores entre as lojas. O objetivo foi identificar o tipo de informação que permitisse uma análise rápida e padronizada do estado de cada loja.

Tabela 4 - Presença de controlo de equipamento

	Sensores Exteriores		Sensores Interiores			Contadores		
	Temperatura	Humidade	Temperatura	Iluminação	AVAC	AQS	Energia	Água
Sensores Presentes	52	49	53	21	56	55	52	44
Sensores em Falta	5	8	4	36	1	2	5	13

4 Estrutura do Site Manager

Esta secção da tese descreve o desenvolvimento e funcionamento da interface de visualização implementada, com foco no tipo de informação disponibilizada ao utilizador e na forma como essa informação pode ser acedida, interpretada e utilizada para monitorização e tomada de decisão.

4.1 Página Inicial

A página inicial da interface apresenta o número total de alarmes ativos por região, permitindo a visualização do estado de cada área geográfica tanto por meio de valores numéricos como da codificação por cores. Como é possível ver na figura 13, cada região altera automaticamente a sua cor de acordo com o número total de alarmes ativos nas lojas que a constituem.

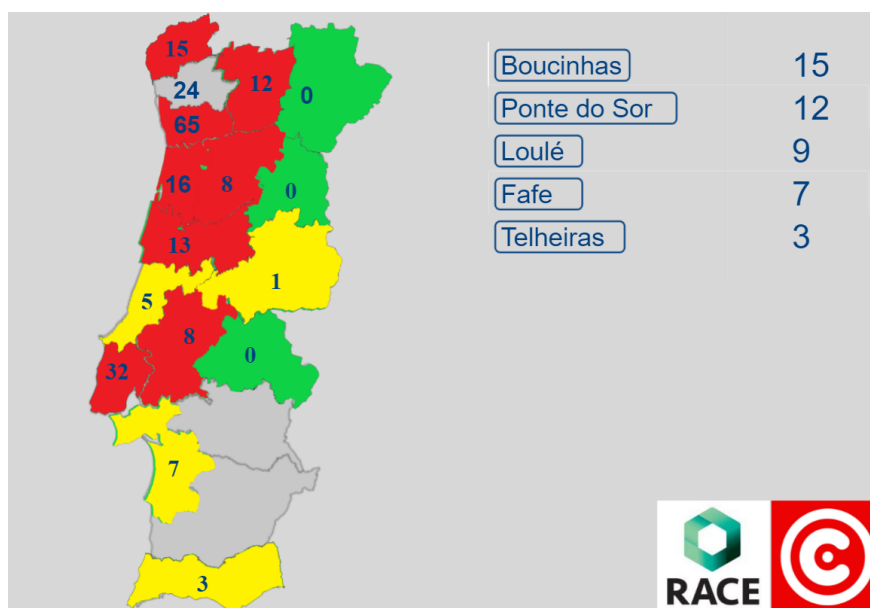


Figura 13 - Página Inicial do site manager

Cada região pode assumir quatro estados visuais distintos:

O vermelho indica que uma ou mais lojas na região possuem seis ou mais alarmes ativos.

O amarelo representa uma situação intermediária, com a presença de um a cinco alarmes ativos.

O verde demonstra que todas as lojas da região estão sem alarmes ativos.

O sinal intermitente representa uma falha na comunicação dos alarmes, alertando o utilizador para um erro na obtenção de dados.

Além da cor representativa, a interface também exibe o número total de alarmes por região, oferecendo uma visão geral do estado operacional e ajudando a priorizar intervenções conforme necessário.

A razão desta codificação por cores serve para a uma identificação mais rápida do estado de cada região onde não só o número de alarmes se encontra presente as cores apresentam um impacto visual para o estado funcional de cada região.

Por fim a direita do mapa é possível ver uma lista de alarmes ativos onde apresenta de ordem decrescente as lojas com a maior quantidade de alarmes ativos, permitindo navegação para a loja em questão quando selecionada.

4.2 Página Regional

A figura 14 apresenta a visualização detalhada de uma região, onde são listadas as lojas individuais com os respectivos números de alarmes ativos.

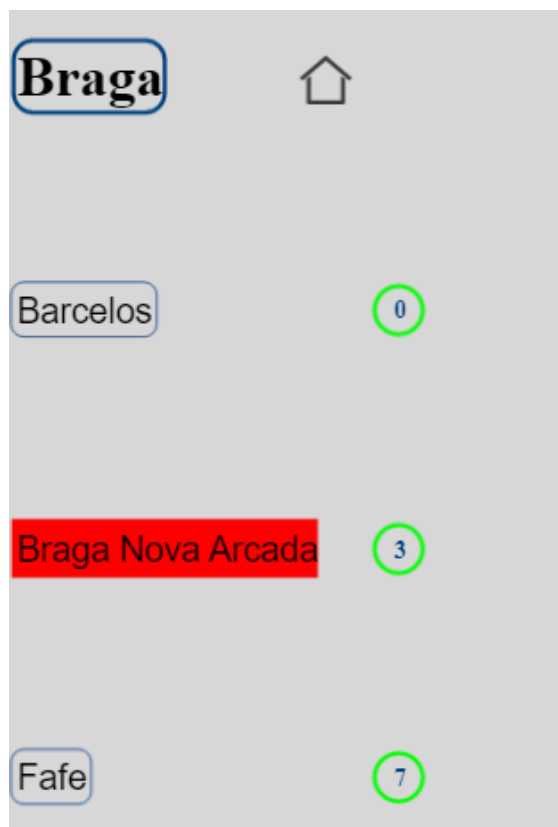


Figura 14 - Página de distrito

A identificação da loja apresenta variação visual. Quando aparece a vermelho, isso indica uma falha de comunicação com algum equipamento da loja, por exemplo L-INX, UCAs, Utas, entre outros.

O número de alarmes ativos é exibido ao lado da identificação da loja e está envolvido por uma circunferência colorida que reflete a gravidade do estado. O vermelho indica a presença de seis ou mais alarmes ativos, o amarelo representa entre um e cinco alarmes ativos e a cor verde demonstra a ausência de alarmes.

O nome da região funciona como um botão para retornar à página inicial.

4.3 Página da loja

De seguida é possível verificar o resultado de quando uma loja é selecionada do mapa regional, onde é acrescentado mais detalhes sobre o estado da loja como ilustrado na Figura 15.

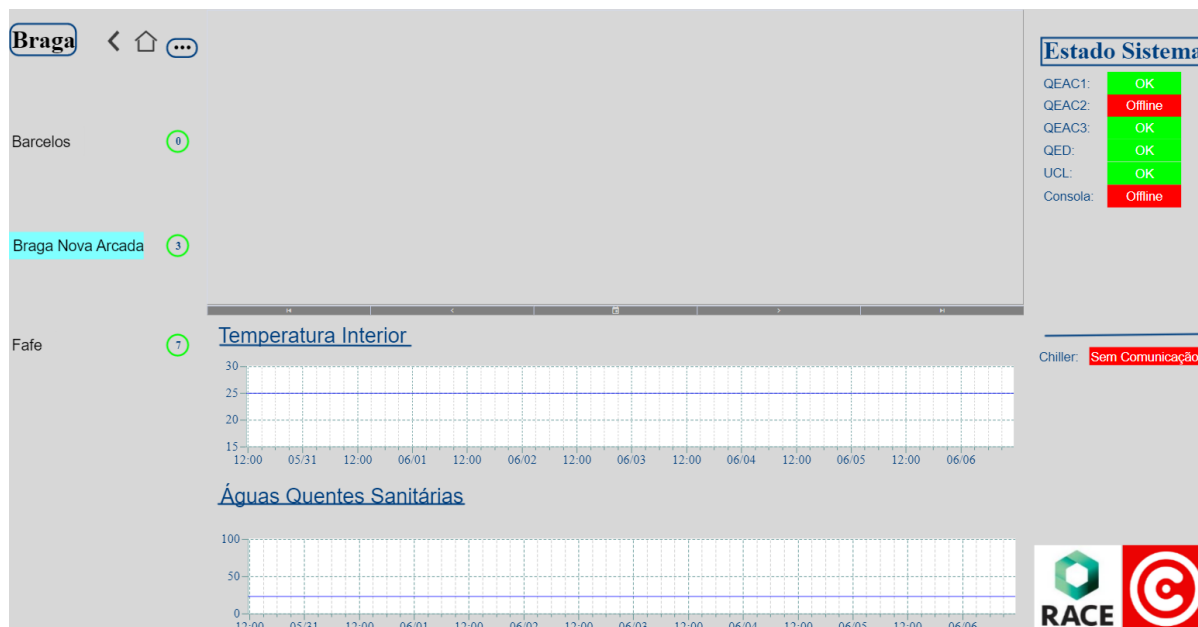


Figura 15 – Interface de uma loja selecionada

A informação exibida é possível de dividir em três partes, que incluem a identificação e dados da loja, o estado dos equipamentos e o estado da conexão de dados.

A seleção de uma loja também é representada visualmente, como é possível ver na figura 16, com o destaque da loja em azul e a adição de um botão de navegação que permite aceder à página individual dessa loja. É possível alterar entre diferentes lojas diretamente, sem necessidade de fechar a janela atual.

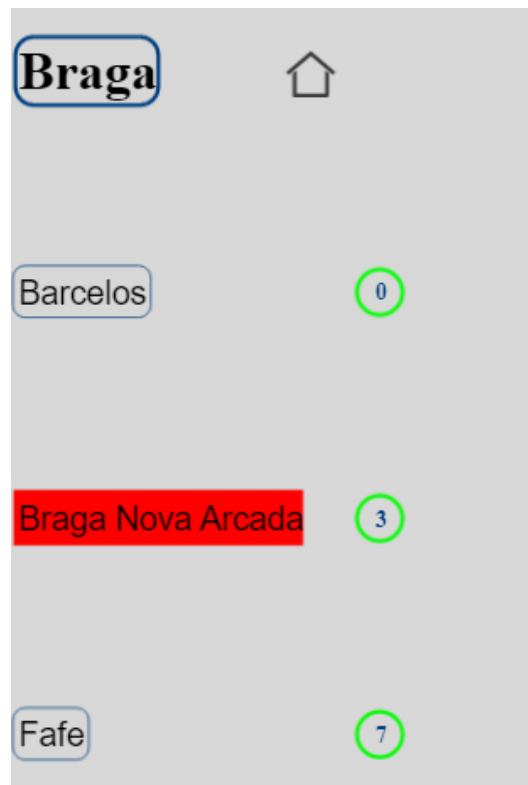


Figura 16 - Seleção de loja

A figura 17 mostra os diferentes estados dos sistemas de monitorização. Os equipamentos L-INX podem apresentar três estados:

O estado “OK”, é apresentado com um fundo verde, onde indica um estado de funcionamento normal.

O estado “Warning”, é apresentado com um fundo amarelo, que sinaliza problemas de comunicação entre o L-INX e os equipamentos conectados ou problemas de funcionamento.

O estado “Offline”, é apresentado com um fundo vermelho num estado intermitente, que corresponde a uma falha de comunicação entre o L-INX e o servidor.

No caso das consolas, existem dois estados possíveis, “Online”, com fundo verde, que indica funcionamento normal, e “Offline”, com fundo vermelho e intermitente, onde apresenta falha de funcionamento ou comunicação.

Já as UCAs, UTAs e Rooftops apresentam um estado binário, indicando se há ou não comunicação com o L-INX, sendo essa informação representada por diferentes fundos e comportamentos visuais, conforme o estado de funcionamento.

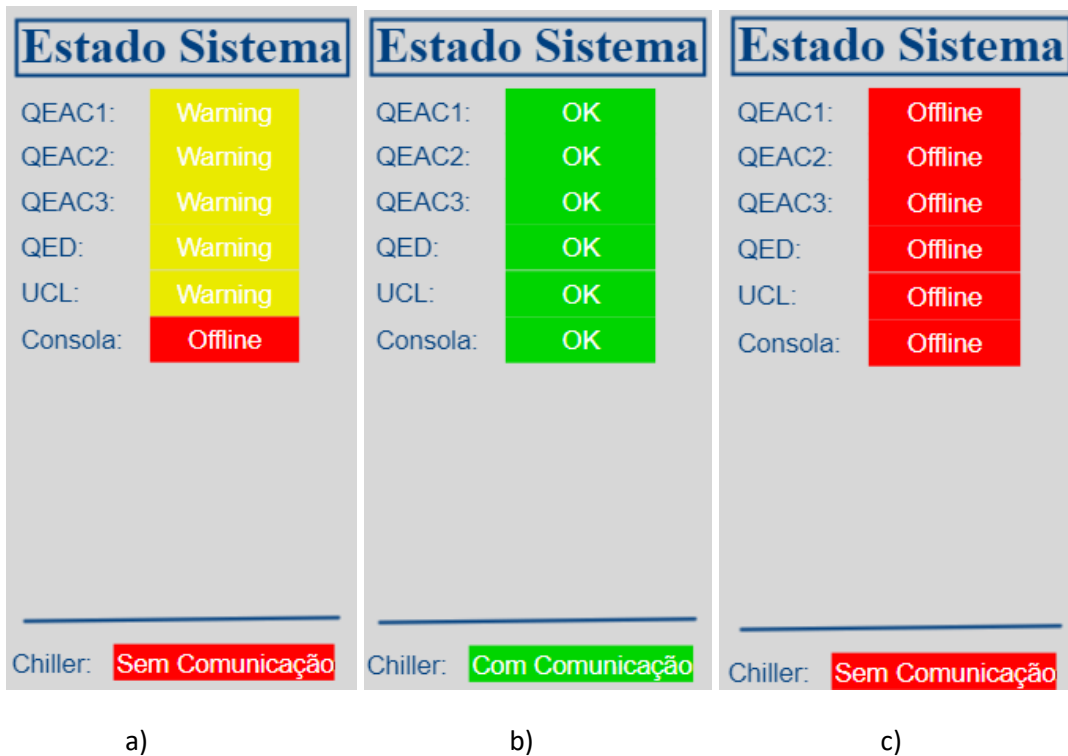


Figura 17 – Diferentes estados do equipamento

Por fim, a Figura 18 apresenta uma lista de alarmes ativos. Cada alarme é detalhado com a variável que o originou, bem como a data e hora da sua ativação.

Por fim, é exibido dois “trend graphs” que apresentam a variação semanal da temperatura interior e da temperatura da água quente sanitária (AQS), permitindo a análise temporal do comportamento térmico.

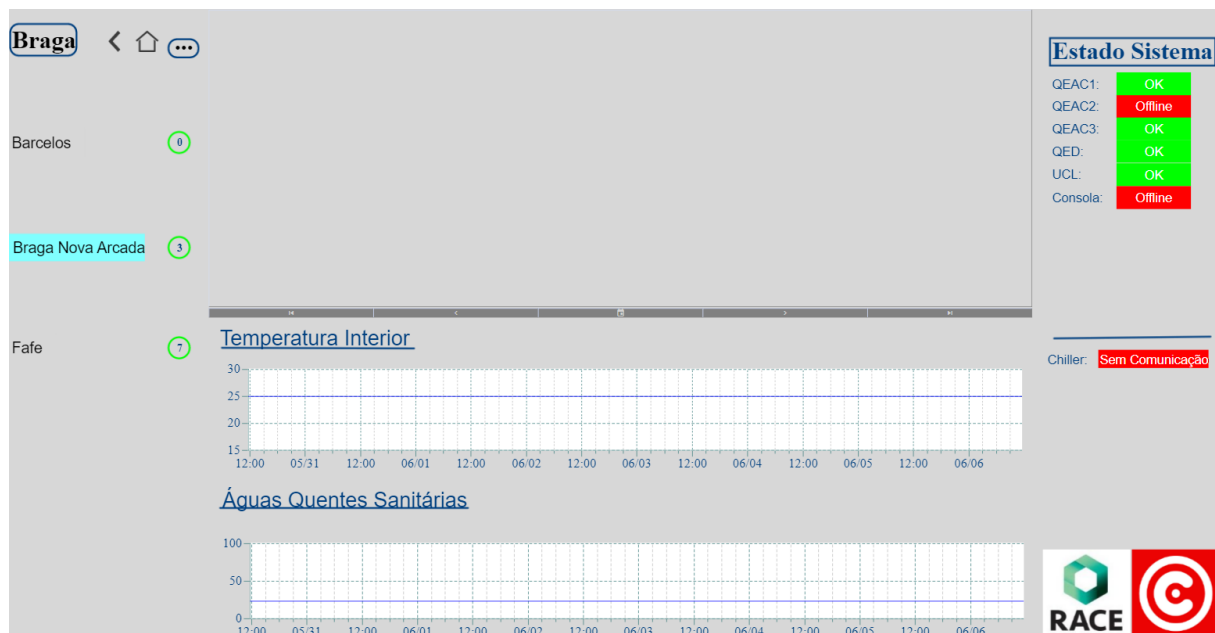


Figura 18 – Lista de alarmes, trendgraph de temperatura interior e temperatura de AQS

5 Trabalho desenvolvido

Esta secção descreve as etapas concretas de desenvolvimento realizadas ao longo do projeto, desde o levantamento dos requisitos funcionais até à implementação da interface no ambiente LWEB.

5.1 Levantamento de requisitos

A fase inicial do projeto consistiu na identificação e análise dos dados disponíveis nas diferentes lojas, de modo a garantir uma visualização coerente e transversal do estado das instalações. Para isso, realizou-se à recolhas de informação técnica relativa aos equipamentos existentes nas 57 lojas, como indicado na Tabela 4.

Com base no levantamento, foi identificado os dados mais consistentes entre as lojas: Temperatura exterior e interior, estado dos sistemas AVAC e AQS, alarmes ativos e contadores de energia e água.

5.2 Design e prototipagem da interface

Após a definição dos requisitos, foi realizada estrutura visual da interface. A interface foi desenhada com foco no utilizador final e na interpretação visual rápida do estado de cada loja.

Para uma utilização mais fácil foi decidido realizar uma codificação por cores para facilitar a identificação do estado do equipamento, das lajas ou região. O agrupamento das lojas por região foi decidido para permitir a identificação de proximidade de lojas problemáticas quando é decidido enviar uma equipa de manutenção.

Na seleção da região foi optado por demonstrar de forma visual o estado do equipamento denotando falhas de comunicação. Por fim na demonstração dos gráficos foi optado por realizar um intervalo de tempo de uma semana para facilitar a identificação de problemas no comportamento do equipamento num intervalo de tempo.

5.3 Implementação Técnica em LWEB

As principais tarefas realizadas incluíram criação de páginas para as regiões e lojas, integração com os controladores L-INX permitindo o acesso a data mais recente, integração interativa dos alarmes, estado do equipamento e valores obtidos.

Programação em logica para a obtenção da lista de alarmes ativos e comportamento dependente do número de alarmes e equipamento ativo. Por fim configuração de gráficos de tendência para temperaturas interior e AQS.

5.4 Teste e validação com utilizadores

Após a implementação inicial, a interface foi testada com técnicos da empresa. Os testes focaram-se na navegação entre regiões e lojas, clareza da informação visual apresentada, tempos de carregamento e capacidade de identificar rapidamente falhas e alarmes.

Tabela 5 – Tempo de navegação entre lojas

	Tempo de carregamento de loja
Gestão Central	5 s
Interface anterior	30 s

Com base no feedback obtido, foi possível reduzir o tempo de carregamento inicial em 30 segundos permitindo ao lançar o site manager no tempo que demora a alteração entre lojas no sistema anterior, a diferença de 25 segundos não tem em consideração o tempo que demora a detetar o estado da loja necessitando que todas as lojas sejam verificadas uma a uma enquanto o sistema novo permite um panorama geral da região e navegação entre lojas quase imediato.

6 Conclusão e melhorias futuras

6.1 Conclusão

Este trabalho apresentou o desenvolvimento de uma plataforma centralizada para a gestão e monitorização de sistemas de automação em ambientes comerciais. Ao longo do projeto, foi possível analisar diferentes modos de comunicação para garantir de forma consistente entre dispositivos e sistemas de controlo.

A implementação da plataforma demonstrou ser uma solução eficaz para realizar uma análise centralizada de diferentes lojas, promovendo a uniformização da gestão técnica e facilitando a supervisão contínua do estado operacional das instalações.

A necessidade da previsão de falhas e a resposta rápida a anomalias foram pontos centrais no desenvolvimento da plataforma, permitindo que as equipas de manutenção atuem proactivamente perante alterações de comportamento nos sistemas monitorizados. A centralização destas informações permite a redução do tempo de diagnóstico.

Adicionalmente, foi identificado uma limitação no sistema anterior, a necessidade de autenticação individual por loja dificultando a recolha de dados comprometendo a eficácia do processo de monitorização.

Assim, conclui-se que a plataforma desenvolvida oferece uma solução robusta e de fácil utilização para a supervisão técnica de um conjunto alargado de lojas, contribuindo de forma significativa para a digitalização e automação inteligente de processos de manutenção.

6.2 Melhorias futuras

Uma das melhorias propostas no trabalho consiste na integração completa com os restantes sistemas de lojas, eliminando de múltiplas janelas para a consulta de dados detalhados. Embora já exista acesso a informação em tempo real, outro melhoramento possível, seria uma apresentação mais dinâmica de alarmes, com capacidade preditiva baseado em desempenho de loja atual e passado.

Referências

- [1] «A Race RACE». Acedido: 7 de Abril de 2025. [Em linha]. Disponível em: <https://www.race.com.pt/pt/a-race>
- [2] *Guia Técnico SACE*, 3ª Edição. APIRAC, 2022.
- [3] «Decreto-Lei n.º 243/86 | DR». Acedido: 23 de Maio de 2025. [Em linha]. Disponível em: <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/243-1986-219080>
- [4] L. Girolamini, S. Salaris, M. R. Pascale, M. Mazzotta, e S. Cristino, «Dynamics of Legionella Community Interactions in Response to Temperature and Disinfection Treatment: 7 Years of Investigation», vol. 1, p. 3, doi: 10.1007/s00248-021-01778-9.
- [5] «Grafana | Query, visualize, alerting observability platform». Acedido: 20 de Dezembro de 2024. [Em linha]. Disponível em: <https://grafana.com/grafana/>
- [6] «Power BI - Visualização de Dados | Microsoft Power Platform». Acedido: 20 de Dezembro de 2024. [Em linha]. Disponível em: https://www.microsoft.com/pt-pt/power-platform/products/power-bi?market=pt#tabs-pill-bar-ocb9d418_tab0
- [7] «LWEB-900». Acedido: 14 de Abril de 2025. [Em linha]. Disponível em: <https://www.loytec.com/products/lweb/lweb-900>
- [8] «Overview – M-Bus». Acedido: 23 de Maio de 2025. [Em linha]. Disponível em: <https://m-bus.com/overview>
- [9] «LIOB-590». Acedido: 4 de Abril de 2025. [Em linha]. Disponível em: <https://www.loytec.com/products/liob-controllers/liob-590>
- [10] «LINX-153, LINX-154». Acedido: 4 de Abril de 2025. [Em linha]. Disponível em: <https://www.loytec.com/products/linx/linx-15x>
- [11] «LVIS-3MEx». Acedido: 4 de Abril de 2025. [Em linha]. Disponível em: <https://www.loytec.com/products/lvis/lvis-3mex>
- [12] «Cleanair LX | Lennox > Lennox EMEA». Acedido: 4 de Abril de 2025. [Em linha]. Disponível em: <https://lennox.lennoxemea.com/pt/products/air-treatment-and-ventilation/air-handling-units/cleanair-lx>

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter conduzido este trabalho académico com integridade. Não plagiei ou apliquei qualquer forma de uso indevido de informações ou falsificação de resultados ao longo do processo que levou à sua elaboração.

Declaro que o trabalho apresentado neste documento é original e de minha autoria, não tendo sido utilizado anteriormente para nenhum outro fim.

Declaro ainda que tenho pleno conhecimento do Código de Conduta Ética do P.PORTO.

ISEP, Porto, 11 de Junho de 2025

Diogo Moreira