



# HMI (Human Machine Interface) em sistemas de automação e controlo de edifícios (SACE)

**LEONARDO FARIA DA SILVA**

novembro de 2024

POLITÉCNICO DO PORTO  
INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO

---

# HMI (Human Machine Interface) em sistemas de automação e controlo de edifícios (SACE)

---

Leonardo Faria da Silva

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores  
Área de Especialização em Automação e Sistemas



DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELETROTÉCNICA  
Instituto Superior de Engenharia do Porto

Novembro, 2024



*Esta dissertação satisfaz, parcialmente, os requisitos que constam da Ficha de Unidade Curricular de Tese/Dissertação, do 2º ano, do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, Área de Especialização em Automação e Sistemas.*

**Candidato:** Leonardo Faria da Silva, N.º 1190802, 1190802@isep.ipp.pt

**Orientação Científica:** Cecília Maria Reis, cmr@isep.ipp.pt

**Empresa:** Race - Refrigeration & Air Conditioning Engineering, Lda.

**Orientador:** Luís Filipe David, lfdavid@race.com.pt



DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELETROTÉCNICA  
Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431, 4200-072 Porto

Novembro, 2024



# Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço à empresa que me recebeu para este projeto de estágio, a RACE, e a todos os seus colaboradores pela forma como me receberam, tornando a minha passagem na empresa muito agradável.

Mais em particular ao orientador pela parte da empresa, Luís David, e a toda a equipa do BE(*building efficiency*), Simão Dias, Joana Oliveira, José Pinto e Paulo Campos, pela receção no departamento e toda a ajuda ao longo do projeto.

Segue-se uma palavra de apreço à orientadora da parte do ISEP, a engenheira Cecília Reis, que, ao longo deste caminho, esteve sempre disponível para ajudar e orientar.

Por último, mas não menos importante, uma palavra de apreço a toda a minha família e amigos que sempre me apoiaram ao longo da vida e também deste projeto.

A todos os que enumerei o meu sincero “Obrigado”.



# Resumo

Tendo em conta a modernização constante do meio que nos envolve e a evolução na legislação, os Sistemas de Automatização e Controlo de Edifícios, são cada vez mais uma necessidade e, cada vez, é mais importante que estes sistemas estejam o mais otimizados possível. Neste intuito, surge este projeto em colaboração com a RACE, onde foi realizado um estágio curricular de cerca de 7 meses, que culmina com este documento.

Neste projeto foi desenvolvida uma *Human Machine Interface* (HMI) para um Sistema de Automatização e Controlo de Edifícios (SACE), mais em concreto para a renovação do SACE do Leiria Shopping. O processo baseou-se no sistema previamente instalado para que, dessa forma, não causasse um impacto significativo nos utilizadores do sistema. No entanto, que apresentasse melhorias significativas.

Assim, o sistema efetua o controlo e/ou monitorização do Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC), iluminação, *Águas quentes sanitárias* (AQS), contagens, quadros elétricos, acessos e sistema de desenfumagem de incêndio. Além disso o projeto desenvolvido foi integrado no Sistema de Gestão Técnica Centralizada (SGTC) encontrando-se em funcionamento.

**Palavras-Chave:** Sistemas de Automatização e Controlo de Edifícios(SACE), *Human Machine Interface*(HMI), *Supervisory Control and Data Acquisition*(SCADA), Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado(AVAC).



# Abstract

Given the constant modernization of the environment around us and the evolution of legislation, *Building automation system* systems are becoming more and more of a necessity and it is increasingly important that these systems are as optimized as possible. With this in mind, this project came in collaboration with RACE, where a 7 months curricular internship months was carried out, culminating in this document.

In this project, an HMI was developed for an *Building automation system* (BAS), more specifically for the renovation of the BAS at Leiria Shopping. The process was based on the previously installed system ,to avoid a significant impact on the system's users. However, there were improvements in utilization.

In this way, the system controls and/or monitors the HVAC, lighting, domestic hot water (DHW), counts, switchboards, accesses and the fire system. The project has also been integrated into the *Building management system* (BMS) and is currently in operation.

**Keywords:** *Building automation system*(BAS), *Human Machine Interface*(HMI), *Supervisory Control and Data Acquisition*(SCADA), *Heating, Ventilation, and Air Conditioning* (HVAC).



# Índice

<b>Lista de Figuras</b>	<b>vii</b>
<b>Lista de Tabelas</b>	<b>xi</b>
<b>Lista de Acrónimos</b>	<b>xiii</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>1</b>
1.1 Contextualização . . . . .	2
1.2 Definição do Problema . . . . .	3
1.2.1 Objetivos . . . . .	3
1.2.2 Resultados esperados . . . . .	4
1.3 Plano de Trabalho . . . . .	4
1.4 Organização da Dissertação . . . . .	4
<b>2 Fundamentos teóricos</b>	<b>5</b>
2.1 SACE . . . . .	5
2.2 HMI . . . . .	6
2.3 SCADA . . . . .	7
2.4 AVAC . . . . .	8
2.5 Protocolos de comunicação . . . . .	9
2.5.1 BACNet . . . . .	10
2.5.2 LONWORKS . . . . .	11
2.5.3 KNX . . . . .	11
2.5.4 MODBUS . . . . .	11
2.5.5 M-BUS . . . . .	11
2.5.6 DALI . . . . .	12
2.5.7 SMI . . . . .	12
2.5.8 MQTT . . . . .	12
2.5.9 OCPP . . . . .	13
<b>3 Soluções comerciais</b>	<b>15</b>
3.1 <i>Schneider electric</i> . . . . .	15
3.2 <i>Siemens</i> . . . . .	16
3.3 <i>Johnson Controls</i> . . . . .	17

3.4	<i>Loytec</i> . . . . .	18
3.5	Comparação entre as HMI . . . . .	19
<b>4</b>	<b>Renovação SGTC Leiria Shopping (Implementação)</b>	<b>21</b>
4.1	HMI antiga . . . . .	22
4.1.1	Tipos de equipamentos a integrar na Supervisão . . . . .	23
4.1.2	Sinais/Variáveis existentes a utilizar na supervisão . . . . .	25
4.1.3	<i>Software</i> da versão antiga . . . . .	26
4.2	HMI nova . . . . .	27
4.2.1	Novo <i>software</i> desenvolvido . . . . .	27
4.2.2	Quadros/Controlares . . . . .	29
4.2.3	Análise e aproveitamento de soluções usadas em projetos anteriores . . . . .	30
4.2.4	Novas Plantas/Imagens . . . . .	31
4.2.5	Especificidades do programa . . . . .	32
4.2.6	Desenvolvimento HMI . . . . .	38
4.2.7	Desenvolvimento Página a Página . . . . .	45
4.3	Trabalho remoto . . . . .	71
4.4	Benefícios da renovação . . . . .	72
<b>5</b>	<b>Conclusões</b>	<b>73</b>
5.1	Trabalho Futuro . . . . .	74
	<b>Referências</b>	<b>75</b>

# Lista de Figuras

1.1	RACE SA - Guifões. . . . .	2
2.1	Exemplo <i>Human Machine Interface</i> (HMI) [5]. . . . .	7
2.2	Exemplo <i>Supervisory Control and Data Acquisition</i> (SCADA) [6]. . . . .	8
2.3	Exemplo Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC) [9]. . . . .	9
2.4	Exemplo <i>Building Automation and Control NETWORKS</i> (BACNet) [10]. . . . .	10
2.5	Exemplo <i>Message Queuing Telemetry Transport</i> (MQTT) [11]. . . . .	13
2.6	Exemplo <i>Open Charge Point Protocol</i> (OCPP) [12]. . . . .	14
3.1	<i>Schneider EcoStructure Building Operation</i> [14]. . . . .	16
3.2	<i>Desigo system</i> [16]. . . . .	17
3.3	METASYS by Johnson [18]. . . . .	18
3.4	L-STUDIO 3 [20]. . . . .	19
4.1	Leiria Shopping [21] . . . . .	22
4.2	HMI antiga . . . . .	23
4.3	Migração dos programas . . . . .	28
4.4	LWEB-900. . . . .	28
4.5	Exemplo quadro GTC. . . . .	30
4.6	Exemplo Mar Shopping Algarve. . . . .	31
4.7	Configuração de um gráfico de tendências. . . . .	32
4.8	Hierarquia Horários. . . . .	33
4.9	Exemplo horário. . . . .	34
4.10	Início Sessão. . . . .	35
4.11	Tipos de controlos. . . . .	36
4.12	Associação aos controlos. . . . .	37
4.13	Templates usados. . . . .	37
4.14	Definição da resolução. . . . .	38
4.15	Criar uma estrutura organizada. . . . .	39
4.16	Estrutura organizada. . . . .	39
4.17	Template Menu Início. . . . .	40
4.18	Lógica interação menu HMI. . . . .	41
4.19	Desenvolvimento menu. . . . .	42
4.20	Selecionar imagem no <i>Bitmap</i> . . . . .	42

4.21	Configuração de cores. . . . .	43
4.22	Desenvolvimento botões. . . . .	44
4.23	Configuração <i>number</i> . . . . .	44
4.24	Configuração Data e Hora. . . . .	45
4.25	Página <i>Chiller's</i> . . . . .	46
4.26	Desenvolvimento Chiler's e Válvulas. . . . .	47
4.27	Configuração <i>color mapping</i> . . . . .	47
4.28	<i>Popup</i> bombas. . . . .	48
4.29	Configuração e funcionalidade manual/0/auto. . . . .	48
4.30	Configuração botão. . . . .	49
4.31	Página caldeira. . . . .	49
4.32	Página distribuição frio/anel condensação. . . . .	50
4.33	Página solar. . . . .	51
4.34	Desenvolvimento dos sinais do quadro. . . . .	51
4.35	Página MQA. . . . .	52
4.36	Variáveis BACNet. . . . .	53
4.37	Página dos Vc's. . . . .	54
4.38	Unidade tratamento do ar (UTA) com roda térmica sem <i>bypass</i> . . . . .	54
4.39	UTA com recuperação (Bomba circuladora). . . . .	55
4.40	UTA com recuperação. . . . .	55
4.41	UTA com roda térmica e <i>bypass</i> . . . . .	56
4.42	Página AVAC piso 0. . . . .	57
4.43	Página RCF piso 0. . . . .	58
4.44	Desenvolvimento Registo Corta Fogo (RCF). . . . .	58
4.45	Página Ventilação piso 1. . . . .	59
4.46	Desenvolvimento animação do ventilador. . . . .	60
4.47	Página desenfumagem cobertura. . . . .	61
4.48	Claraboias. . . . .	61
4.49	Página desenfumagem -1. . . . .	62
4.50	Quadro bombeiros. . . . .	62
4.51	Avisos. . . . .	63
4.52	Desenvolvimento ventiladores pisos negativos. . . . .	64
4.53	Exemplo <i>popup</i> dos registos de desenfumagem. . . . .	64
4.54	Configuração barra. . . . .	65
4.55	Página água não potável piso -3. . . . .	65
4.56	Página iluminação piso -2. . . . .	66
4.57	Página QGPEST -1. . . . .	67
4.58	Página acessos piso -1. . . . .	68
4.59	Página acessos piso 1. . . . .	68
4.60	Página Quadros elétricos piso -1. . . . .	69

4.61	Página QGE -1. . . . .	69
4.62	Página Alarmes. . . . .	70
4.63	Desenvolvimento som por novo alarme. . . . .	71
4.64	<i>AnyDesk</i> [24]. . . . .	71



# Lista de Tabelas

2.1	Tipos de Sistemas de Automação e Controlo de Edifícios (SACE) a implementar em função da potencia nominal global . . . . .	5
-----	---	---



# Lista de Acrónimos

<b>AQS</b>	<i>Águas quentes sanitárias</i>
<b>ARCNET</b>	<i>Attached Resource Computer NETwork</i>
<b>ASHRAE</b>	<i>American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers</i>
<b>AVAC</b>	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
<b>BACNet</b>	<i>Building Automation and Control NETworks</i>
<b>BAS</b>	<i>Building automation system</i>
<b>BMS</b>	<i>Building management system</i>
<b>CDI</b>	Corte de incêndio
<b>CSMS</b>	<i>Charging station Management system</i>
<b>DALI</b>	<i>Digital Addressable Lighting Interface</i>
<b>EIB</b>	<i>European Installation Bus</i>
<b>EVSE</b>	<i>Electric Vehicle Supply Equipement</i>
<b>HMI</b>	<i>Human Machine Interface</i>
<b>IEC</b>	Comissão Eletrotécnica Internacional
<b>IP</b>	<i>Internet Protocol</i>
<b>JSON</b>	<i>JavaScript Object Notation</i>
<b>M-BUS</b>	<i>Meter Bus</i>
<b>MQTT</b>	<i>Message Queuing Telemetry Transport</i>
<b>MS</b>	<i>Master-Slave</i>
<b>OCPP</b>	<i>Open Charge Point Protocol</i>
<b>PLC</b>	<i>Programmable Logic Controller</i>

<b>PTP</b>	<i>Point-to-Point</i>
<b>RCF</b>	Registo Corta Fogo
<b>RTU</b>	<i>Remote terminal units</i>
<b>SACE</b>	Sistemas de Automatização e Controlo de Edifícios
<b>SCADA</b>	<i>Supervisory Control and Data Acquisition</i>
<b>SGT</b>	Sistema de Gestão Técnica
<b>SGTC</b>	Sistema de Gestão Técnica Centralizada
<b>TCP</b>	<i>Transmission Control Protocol</i>
<b>TP</b>	<i>Token Passing</i>
<b>UTA</b>	Unidade tratamento do ar
<b>VED</b>	Ventilador de extração desenfumagem
<b>VID</b>	Ventilador de insuflação desenfumagem
<b>VP</b>	Ventilador de pressurização

## Capítulo 1

# Introdução

Vivendo uma evolução constante a nível tecnológico e rumando a olhos vistos para as cidades inteligentes, um mundo onde tudo comunica, os edifícios e grandes estabelecimentos tentam modernizar-se também. Para tal surgem os SACE, de forma a conseguir ter uma supervisão dos edifícios através de uma HMI, que poderá ser acedida através de uma consola ou até de um navegador web e fazer o controlo das diversas partes do edifício tal como climatização, desenfumagem, contagens, circulação de água, acessos, quadros elétricos, alarmes ou iluminação.

Para a existência de tal sistema é necessário muito desenvolvimento e implementação a nível de *software* e *hardware*, é neste tópico que o documento vai incidir principalmente explicando como foi o desenvolvimento de uma projeto real já implementado nesta área da automação. Explicitando várias fases do desenvolvimento assim como algum estudo prévio.

A empresa que colaborou no desenvolvimento de todo o trabalho, a RACE, faz a instalação, manutenção e renovação destes sistemas e também se envolve em diversas áreas no que toca aos edifícios onde se implementa o SACE, tratando por exemplo do AVAC, quadros elétricos, etc.

A colaboração com a RACE realizou-se nas instalações em Guifões, figura 1.1. Lá a integração foi num dos departamentos da empresa, o BE (Building Efficiency). Os vários departamentos da empresa são:

- Refrigeração Conceção, fabrico e execução de instalações industriais e comerciais de Refrigeração, desenvolvendo tecnologias de última geração com recurso

a engenharia nacional que permitem oferecer aos clientes as soluções mais inovadoras e qualificadas nos mercados internacionais.

- AVAC - Conceção e execução de instalações de sistemas de Aquecimento, ventilação e Ar Condicionado de grande dimensão, respondendo com distinção a todas as normas técnicas e ambientais associadas e recorrendo às mais evoluídas soluções de rentabilização energética.
- *Building Efficiency* - Automação e controlo de edifícios (BMS) e sistemas de refrigeração, com foco na integração de sistemas e equipamentos, seguindo a atual tendência IOT (Internet das coisas), desenvolvendo soluções próprias com recurso a tecnologias próprias e de diversos fabricantes.
- *Manufacturing* - Projeto, fabrico e montagem de Centrais de Refrigeração e Quadros Elétricos de alimentação e controlo dos mais diversos sistemas integrantes de instalações comerciais e industriais.
- Pós-venda - Serviços de manutenção e assistência técnica nas áreas de Refrigeração Industrial e Comercial, AVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado) e *Building Efficiency*. 24h por dia, todos os dias da semana [1].



Figura 1.1: RACE SA - Guifões.

## 1.1 Contextualização

Este projeto surgiu no âmbito da unidade curricular de Tese / Dissertação, do 2º ano do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, área de especialização Automação e Sistemas, numa iniciativa do autor do presente relatório ao se deparar com uma proposta na plataforma Moodle do ISEP.

Os sistemas de automação de edifícios interagem com múltiplos utilizadores a diferentes níveis, nomeadamente em módulos de comando local, em consolas técnicas junto a quadros elétricos ou através de interfaces web com sistemas SCADA. O equilíbrio entre a apresentação de informação detalhada e a simplicidade de utilização dos sistemas é um desafio de relevante importância e algo difícil de atingir. Para tal, é necessária uma constante evolução ao longo do tempo com soluções cada vez mais ergonómicas, fáceis e intuitivas para os utilizadores. Neste sentido, surge este projeto que incide exatamente nesta área, no desenvolvimento e implementação deste sistema de automação e controlo. De forma a ter também um exemplo prático será abordado o processo de remodelação do SACE do Leiria Shopping, e a descrição desta obra.

## 1.2 Definição do Problema

Com o decorrer dos anos o Sistema de Gestão Técnica Centralizada (SGTC) do Leiria Shopping foi ficando desatualizado e perdendo capacidade de expansão e manutenção devido ao hardware e software existente ser descontinuado e não ser suportado pelos sistemas operativos mais comuns, hoje em dia. Surge então a necessidade haver um *upgrade* deste sistema. Foi então proposto pela RACE um sistema com *hardware* e *software* LOYTEC para o desenvolvimento de uma nova HMI.

### 1.2.1 Objetivos

Os objetivos do presente trabalho são:

- Otimizar a interface dos sistemas SCADA, de forma a torná-los mais ergonómicos e a tirar o máximo partido dos diferentes níveis hierárquicos de interface HMI.
- Melhorar a experiência dos utilizadores dos sistemas.
- Standardizar o formato das interfaces garantindo consistência entre diferentes aplicações.
- Reduzir o esforço de programação em novas aplicações.

As atividades do trabalho prendem-se com:

- Levantamento do estado da arte em diferentes soluções e marcas comerciais.
- Análise comparativa com os sistemas desenvolvidos pela RACE (marca LOYTEC)
- Análise das potencialidades das ferramentas de programação da LOYTEC.
- Desenvolvimento de protótipo de SCADA com vista a implementação real.

### 1.2.2 Resultados esperados

Numa primeira fase do estágio, contextualização com todas as especificidades desta área e habituação a novo *software* de forma a obter autonomia de trabalho. Integrar uma equipa num projeto da empresa e desenvolver de forma autónoma uma HMI de um SACE, cumprindo os diversos objetivos estabelecidos e alargar o conhecimento nesta área técnica. Desta forma sendo obtido um produto aplicável numa instalação real e que seja de facto implementado, podendo ainda de futuro ser útil noutros projetos.

## 1.3 Plano de Trabalho

O plano de trabalho assenta nos seguintes tópicos:

- Primeiro contacto com conceitos base;
- Primeiro contacto com *software* utilizado na RACE;
- Contacto com pequenas partes de alguns projetos para começar a haver autonomia no desenvolvimento;
- Integração num projeto real, onde há maior autonomia no desenvolvimento de uma interface;

## 1.4 Organização da Dissertação

A divisão deste documento será feita em 5 capítulos, sendo o primeira a habitual introdução onde é explicitado o intuito por de trás da realização desta dissertação, os objetivos traçados para o projeto e a meta final que se pretende atingir. No segundo capítulo surge a parte teórica do documento onde são abordados e explorados os diversos conceitos que aparecem ao longo do projeto e que são imprescindíveis à compreensão do tema.

No terceiro capítulo apresentam-se soluções comerciais, uma análise às soluções já existentes no mercado e a características de projetos idênticos. No quarto e penúltimo capítulo está todo o projeto desenvolvido desde a descrição do mesmo ao detalhe de software e hardware implementado. Para terminar, tem-se a conclusão do documento onde se faz uma repescagem de todo o decorrer do projeto e uma análise dos resultados obtidos tendo em conta os objetivos traçados.

## Capítulo 2

# Fundamentos teóricos

Este capítulo apresenta os conceitos teóricos que fundamentam o projeto, de forma a perceber conceitos essenciais ao entendimento da área de incidência deste projeto.

### 2.1 SACE

Desde 2010, com a realização da primeira reunião da Comissão SACE, os Sistemas de Automatização e Controlo de Edifícios passaram a desempenhar um papel de grande relevância, consolidando o reconhecimento das empresas dessa área nos processos de conceção, projeto, construção e manutenção de edifícios. Como especificado na tabela 2.1 existem 2 implementações possíveis que serão definidas pelo Decreto-Lei n.º 101-D/2020, de 7 dezembro de 2020, e a Portaria nº138-1/2021, de 1 de julho [2].

Tabela 2.1: Tipos de SACE a implementar em função da potência nominal global

Potência Nominal Global	Tipo de SACE
100 kW a 290 kW	Sistema de Gestão Técnica
Superior a 290 kW	Sistema de Gestão Técnica Centralizada

Sistema de Gestão Técnica (SGT), implica a capacidade de supervisão, monitorização, comando, controlo e registo histórico de variáveis, terá também que possuir as funcionalidades pretendidas ao projeto. Por exemplo, neste tipo de implementação do SGT podem ser distintos entre a instalação *Águas quentes sanitárias* (AQS),

AVAC e de iluminação. Contudo, é necessário haver preparação dos mesmos para garantir uma comunicação centralizada em caso de aumento de potência térmica nominal ou de opção do proprietário [2].

SGTC, terão que ter adicionadas as seguintes funcionalidades em relação a SGT: De acordo com a Portaria nº138-1/2021, de 1 de julho, será necessário um HMI com capacidade de:

- Operar através de sinópticos dinâmicos;
- Otimizar o funcionamento;
- Gestão de Alarmes;
- Gestão de eventos;
- Gerar relatórios com dados do histórico;
- Comunicar com os diversos sistemas técnicos e outros equipamentos do edifício;
- Efetuar as contagens definidas na segunda a sub alínea iii) da alínea b) do ponto 6.2 da referida portaria;
- Capacidade para ter arquivo de dados, exportável para folha de cálculo como definido na sub alínea iv) da alínea b) do ponto 6.2 da referida portaria;
- Análise da eficiência energética do edifício [2];

## 2.2 HMI

*Human Machine Interface* (2.1), normalmente utilizada num contexto de processos industriais, é uma *dashboard* que permite a interação entre uma pessoa e uma ou mais máquinas. Apesar de semelhante a uma *graphical user interface* estes dois termos não são sinónimos, visto que por vezes são integrados nas HMI em termos de visualização. Exemplificando, a interação de uma HMI em contexto industrial poderá ser semelhante a interação de um indivíduo ao controlar o ar condicionado de sua casa [3, 4].



Figura 2.1: Exemplo HMI [5].

## 2.3 SCADA

SCADA (2.2) está intimamente relacionado com a HMI, ambos se integram num SACE sendo que o SCADA está mais relacionado com a parte da recolha de dados que posteriormente já tratados serão apresentados para o utilizador pela HMI[3, 4].

No ponto mais baixo da arquitetura estão os *Programmable Logic Controller* (PLC)s ou as *Remote terminal units* (RTU)s, daí são encaminhadas informações assim como de uma variedade de objetos, como máquinas de fábrica, HMI, sensores e dispositivos finais que posteriormente chegam a um ou mais computadores com o software SCADA. Neste software são processados, distribuídos e exibidos os dados, ajudando os vários intervenientes a analisar os dados e a tomar decisões importantes [3, 4].

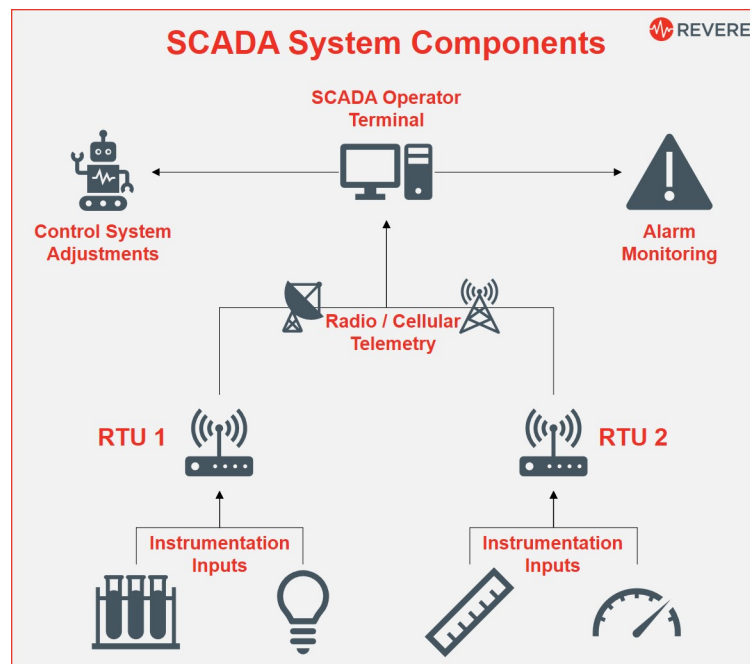


Figura 2.2: Exemplo SCADA [6].

## 2.4 AVAC

AVAC, aquecimento, ventilação e ar condicionado, refere-se a funções básicas dos sistemas de climatização. Responsável por controlar diversos aspetos como temperatura, humidade e filtragem de ar, para tal é feita da absorção do ar depois o seu arrefecimento e aquecimento e por fim emite esse ar já climatizado. Na figura 2.3, é visível um exemplo de uma instalação de AVAC de pequena dimensão [7, 8].

Possíveis componentes de um sistema AVAC:

- Ar condicionado ;
- Bomba de calor;
- Circulador de ar;
- Termostato;
- Controlo do ar exterior ou de ar misto;
- Filtro de ar;
- Ventoinha de insuflação;
- Ventoinhas de exaustão e uma saída de ar:
- Entrada de ar exterior;

- Conduitas;
- Sistema de retorno de ar;
- Serpentinhas de aquecimento e arrefecimento;
- Unidade autónoma de aquecimento ou arrefecimento;
- Torre de arrefecimento;
- Caldeira;
- Controlo;
- Refrigerador de água;
- Equipamento de humedificação e desumidificação;

Todos ou alguns destes equipamentos irão trabalhar em harmonia para climatizar a instalação para que são dimensionados, de forma a garantir o conforto dos ocupantes [7, 8].

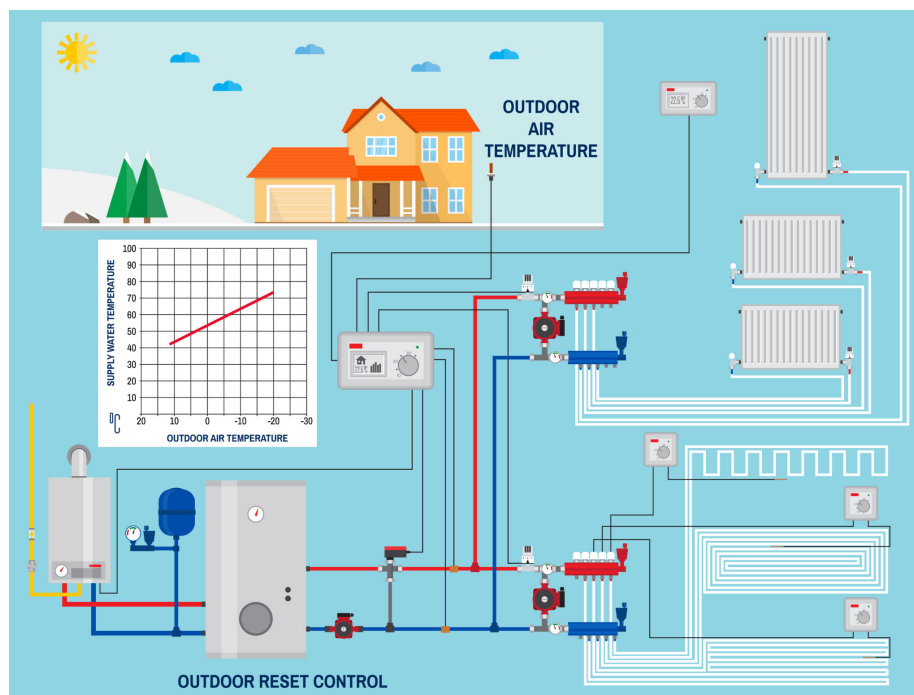


Figura 2.3: Exemplo AVAC [9].

## 2.5 Protocolos de comunicação

Protocolos que permitem que dois ou mais equipamentos comuniquem e transfiram dados entre si. Para se estabelecer é necessário definir um meio físico ou *wireless* e também um meio lógico. Podendo ser:

- Abertos – todas as características são partilhadas pelo desenvolvedor;
- Standard – os desenvolvedores acordam uma estrutura comum de transmissão de dados;
- Interoperáveis - suportam equipamentos de diversos fabricantes;
- Proprietários – são restringidos a aparelhos do seu desenvolvedor [2];

### 2.5.1 BACNet

Criado em 1985 pela *American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers* (ASHRAE), em 1995 declarado como Standard no mercado é um protocolo padrão, aceite, mundialmente. Havendo uma imagem ilustrativa de um ligação BACNet na figura 2.4 [2].

Suporte físico:

- Ethernet *Transmission Control Protocol* (TCP)/*Internet Protocol* (IP);
- *Attached Resource Computer NETwork* (ARCNET);
- *Master-Slave* (MS)/*Token Passing* (TP);
- *Point-to-Point* (PTP);
- LonTalk;

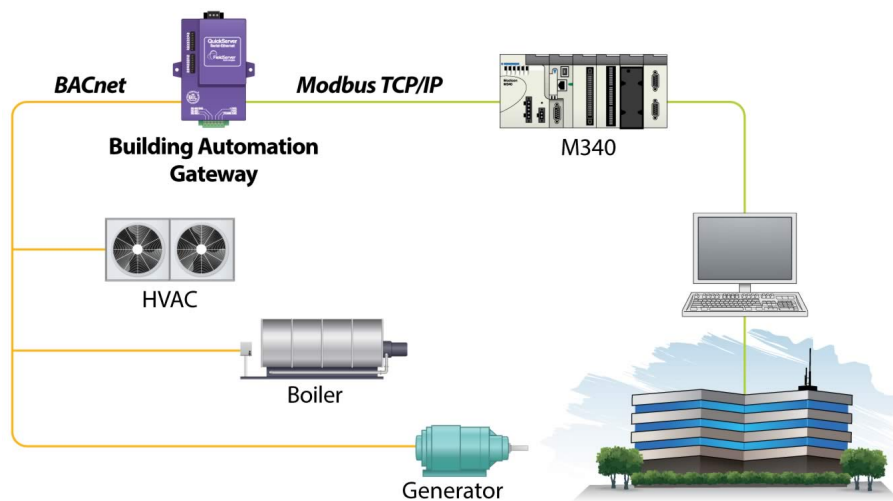


Figura 2.4: Exemplo BACNet [10].

### 2.5.2 LONWORKS

Esta plataforma é direcionada para controlo de um edifício e foi criada baseando-se no LonTalk na década de 90 pela Echelon [2].

Suporte físico/opções de comunicação:

- TP/FT-10
- Ethernet TCP/IP
- Radio
- Powerline

### 2.5.3 KNX

O sucessor do histórico *European Installation Bus* (EIB) destaca-se pela flexibilidade de utilização tanto em grandes edifícios como a nível residencial. A nível internacional é considerado uma norma Standard no mercado.

Suporte físico/opções de comunicação [2].

- Par Torçado
- Ethernet TCP/IP
- Radio
- Powerline

### 2.5.4 MODBUS

Habitualmente utilizado no SACE para integrar sistemas ou equipamentos de terceiros, funciona através de uma lógica *master slave* e foi desenvolvido em 1979 para permitir comunicação entre controladores da Modicon. A Comissão Eletrotécnica Internacional (IEC) tem no como *public available specification* e desde 2005 é um standard industrial na china [2].

Suporte físico/opções de comunicação:

- ModBus RTU;
- ModBus TCP/IP;

### 2.5.5 M-BUS

O *Meter Bus* (M-BUS) é um protocolo secundário que foi concebido em específico para leitura remota de contadores de água, gás, eletricidade, entre outros.

Suporte físico/opções de comunicação:

- Rede a 2 fios;
- Rádio;

### 2.5.6 DALI

Criado a pensar no controlo de iluminação, introduzido em 1990 o *Digital Addressable Lighting Interface* (DALI) apresenta capacidade de controlo ON/OFF e regulação de fluxo de iluminação, controlo de cor, teste de iluminação de emergência e monitorização de alarmes de lâmpadas avariadas. A introdução do DALI2 veio ainda expandir mais as suas funções podendo agora fazer leitura de outros sensores e comando de outros atuadores.

Suporte físico/opções de comunicação:

- Rede a 2 fios sem polaridade;
- *Bluetooth* e *Zigbee* através de *gateways*;
- Comunicação IP em desenvolvimento no DALI+;

### 2.5.7 SMI

Desenvolvido nos anos 2000 é destinado ao controlo de estores e janelas motorizados. Veio substituir o método clássico de utilizar duas saídas digitais oferecendo diversos benefícios como sincronização de vários motores, informação sobre posição, deteção de avarias, etc. Havendo duas versões distintas uma para 230V outra para 24V onde são permitidos até 16 motores com a mesma tensão.

Suporte físico/opções de comunicação

- Rede a 2 fios, ou 5, quando em conjunto com a alimentação dos atuadores.

### 2.5.8 MQTT

O MQTT foi projetado em 1999 com a ideia de interligar sistemas de telemetria de oleodutos por satélite. Já em 2014 tornou-se um padrão OASIS, destacando a capacidade de comunicar dados, com uma simples codificação, através de redes com pouca largura de banda e muita latência [2]. O *publisher* liga-se ao *broker* e publica as mensagens. O *subscriber* também se liga ao *broker* mas ao invés é responsável por receber as mensagens do seu interesse. O *broker* é uma das partes fundamentais do MQTT, é um servidor, local ou em *cloud*, que faz gestão das informações disponibilizadas aos intermediários (*subscribers* e *publishers*), a figura 2.5 exemplifica este funcionamento. Além de efetuar armazenamento, por tópicos, também faz filtragem da informação [2].

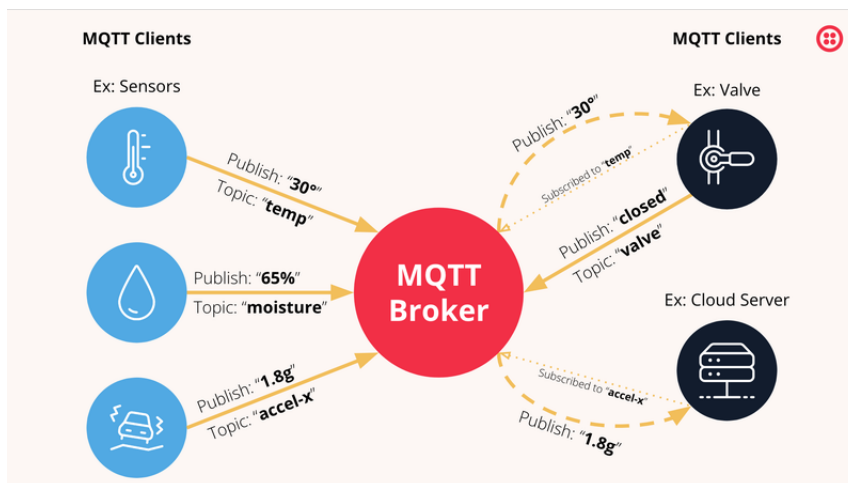


Figura 2.5: Exemplo MQTT [11].

### 2.5.9 OCPP

Um protocolo aberto e padrão para a comunicação entre um sistema central e postos de carregamento. O OCPP, figura 2.6, efetua a comunicação entre o sistema central e o *Electric Vehicle Supply Equipment* (EVSE). Apesar de ainda não ser a mais utilizada, a versão 2.0 já tem um maior conjunto de mensagens permitindo o carregamento inteligente. Tendo como vantagem usar o *JavaScript Object Notation* (JSON) que permite um processamento de dados mais eficiente do que versões anteriores [2].

Ao permitir diálogo entre o EVSE e *Charging station Management system* (CSMS) trás os seguintes benefícios:

- Possibilita interligar estações de diferentes vendedores;
- Pode interligar qualquer CSMS e EVSE desde que implementados nos 2 pontos referidos;
- Novas funcionalidades no modo standard;
- Independência do protocolo de gestão do EVSE [2];

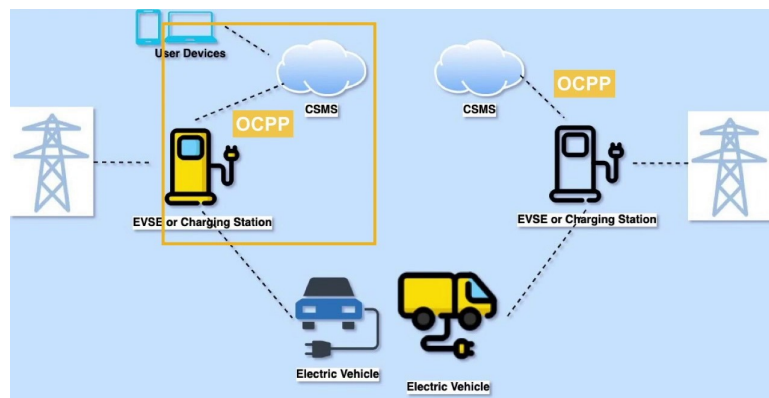


Figura 2.6: Exemplo OCPP [12].

## Capítulo 3

# Soluções comerciais

O capítulo apresenta várias soluções de mercado a aplicar ao tópico abordado no trabalho. Sendo que o mercado de gestão técnica centralizada possui um vasto leque de marcas/fabricantes serão abordados neste documento e exploradas algumas das soluções de maior nome no mercado atual.

Os controladores são uma parte essencial na automação de edifícios pois são os responsáveis por executar o software que irá fazer o controlo das partes físicas como, por exemplo, fornecer comando para atracar um relé. Para além dos controladores as diversas marcas desenvolvem também os seus próprios softwares de forma a integrar e programar os diversos controladores. Sendo que através destes permitem uma solução HMI/SCADA para a interação com os controladores.

### 3.1 *Schneider electric*

A Schneider é uma marca muito abrangente, presente em diversas áreas na engenharia e a automação de edifícios também é uma delas. *EcoStruxure Building Operation*(Figura 3.1) é a solução da marca para este pretexto onde apresentam:

- Servidores de automação;
- Controladores e módulos de expansão;
- Sensores que analisam o ambiente em que estão inseridos;

- Pequenos ecrãs táteis de forma a disponibilizar interatividade a por exemplo uma sala;

O software *EcoStruxure Building Operation* é uma plataforma aberta e expansível que permite, através de uma visualização conveniente, até através de dispositivos moveis, o controlo e gestão dos diversos sistemas do edifício assim como fornecimento de dados, tendências, alarmes, etc [13].



Figura 3.1: *Schneider EcoStruxure Building Operation* [14].

### 3.2 *Siemens*

Outra marca que dispensa apresentações no mundo da engenharia, que responde à necessidade de gerir edifícios através do sistema Desigo (Figura 3.2), que faz parte do portfólio Siemens Xcelerator. Um sistema que ao nível dos controladores de automação tem uma nova geração que é composta pelo Desigo PXC4 para instalações AVAC e pelo Desigo PXC5 para funções e integração de sistemas. Ambos os controladores são livremente programáveis e vêm com interfaces Integradas ModBus RTU e TCP para conectar dispositivos de campo de forma inteligente [15].

Em termos de software tem o Desigo *engineering framework* que será o núcleo de todo o sistema Desigo. Permitindo programar os controladores mais atuais assim como versões anteriores de forma a obter a maior eficiência e modernização do edifício e permitindo o desenvolvimento de um HMI/SCADA [15].



Figura 3.2: *Desigo system* [16].

### 3.3 Johnson Controls

Mais uma marca dominante no que toca à engenharia, a Johnson apresenta a METASYS (Figura 3.3) como solução para a automação de edifícios um ecossistema completíssimo. O *software* METASYS, integra o diverso *hardware* deste ecossistema, funciona como uma família completa de sistemas e servidores concebidos para trabalhar em conjunto como uma unidade coesa que ajuda na gestão de edifícios[17].

Para tal, é disponibilizado hardware como controladores de equipamentos de campo, módulos de controlo de entradas e saídas, diversos dispositivos de rede, termostatos, etc[17].



Figura 3.3: METASYS by Johnson [18].

### 3.4 Loytec

A LOYTEC está hoje entre os principais fornecedores europeus de produtos de controlo inteligente em rede para edifícios, e é a marca utilizada maioritariamente pela RACE. A vasta gama de produtos inclui tanto controladores como software [19]. A LOYTEC desenvolve, fabrica e distribui:

- *Routers e gateways;*
- Servidores de automação os L-INX;
- Sistema de automação de salas L-ROC;
- Controladores de iluminação DALI;
- L-IOB I/O controladores e módulos onde se conectam as entradas e saídas físicas;
- Interfaces gráficas para o utilizador na forma de painéis táteis ou através de computadores ou dispositivos móveis;
- Painéis táteis ideais para a interação entre utilizador e sistema;
- Interfaces e conversores para diversos protocolos de comunicação;

Em termos de software, o principal é o L-Studio 3 (2.1) que executa as funções de todos os softwares LOYTEC num único programa. Incluindo as funcionalidades e integração para controladores programáveis LOYTEC, como os servidores de automação L-INX, o sistema de controlo de sala L-ROC ou soluções de visualização programáveis, como o LPAD-7. Juntamente com o sistema de gestão LWEB-900, abrange todas as fases da automação de edifícios, desde a prototipagem até a programação, configuração e manutenção [19].

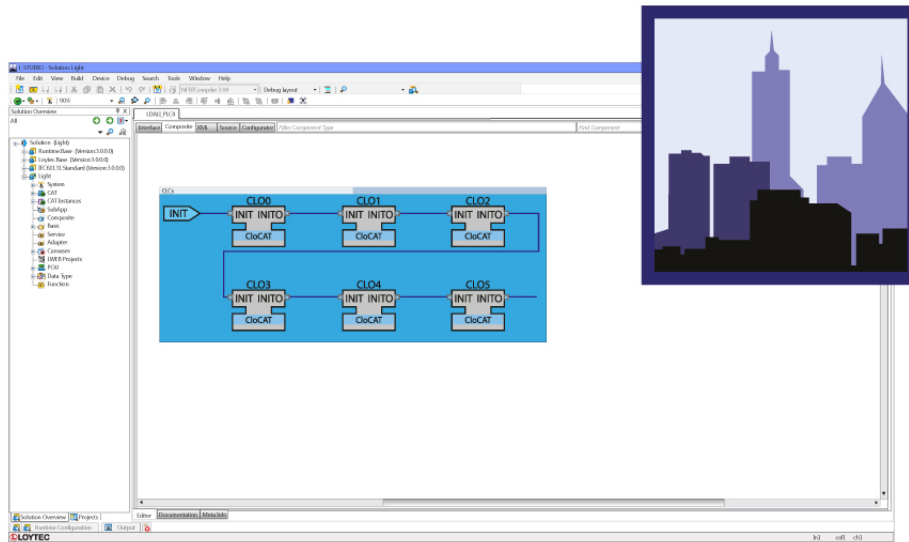


Figura 3.4: L-STUDIO 3 [20].

### 3.5 Comparação entre as HMI

Sendo este o principal foco deste documento, serão analisadas as soluções HMI de cada uma das marcas referidas anteriormente de forma a perceber as potencialidades de cada uma e também as vastas semelhanças.

Importante realçar que as diversas marcas/fabricantes apenas fornecem o software para o desenvolvimento das HMI, fornecem também normalmente alguns *templates* e bibliotecas, porém fica bastante do lado dos desenvolvedores a parte de criatividade e otimização da interface. Logo em termos de comparação das HMI propriamente ditas, não é possível associar a cada marca um *design* ou uma certa característica, até pelo facto de ser um software usado por diferentes empresas de diferentes países.

Tendo em conta este dado, a escolha de software para o desenvolvimento de uma HMI estará sempre intrinsecamente ligado aos controladores usados e até a relações comerciais, mais do que propriamente a potencialidades mais diferenciadoras dos softwares pois são apenas ferramentas para através de criatividade ou *design* chegar a uma HMI.



## Capítulo 4

# Renovação SGTC Leiria Shopping (Implementação)

O capítulo 4 é responsável por apresentar o trabalho realizado ao longo do projeto de forma detalhada, desde material utilizado, *hardware* e o *software* desenvolvido para o efeito. Aqui serão aplicados os conceitos explorados no capítulo 2 e utilizadas as diferentes ideias e conclusões do capítulo 3.

O Centro Comercial Leiria Shopping, figura 4.1, foi resultado da expansão do Continente já existente, uma nota interessante é o facto do hipermercado ter estado em funcionamento durante a obra. Obra esta que data de 2009 com a inauguração a ocorrer em 2010. Uma superfície com uma área de 44 000 m<sup>2</sup>, 119 Lojas, capacidade para 1960 automóveis e um edifício composto por 5 Pisos, 2 negativos e 3 positivos. Sendo que os dois pisos negativos são parques de estacionamento subterrâneos, os dois primeiros positivos, 0 e 1 são a área de *shopping* em si onde se encontram lojas, restauração, etc. Por fim o piso 2 é a zona administrativa e o acesso à cobertura[21, 22, 23].



Figura 4.1: Leiria Shopping [21]

À data desta obra foi implementado pela RACE um SGTC, com controladores da marca *johnson*, onde a supervisão da instalação era feita por um computador com um sistema operativo *Windows Xp*, e desenvolvida no software compatível com estes mesmos controladores.

## 4.1 HMI antiga

Implementada há já mais de uma década, aos dias de hoje continuava a cumprir todas as funções a que se propôs, porém já sem grandes margens para evoluções e ficando cada vez mais para trás no tempo, como demonstra a figura 4.2 com uma das páginas deste antigo sistema. Uma ferramenta que permitiu controlar e monitorizar uma vasta gama de equipamentos desde a abertura desta superfície comercial, sendo eles :

- Central Térmica
- Ar Condicionado
- RCF's
- Ventilação
- Desenfumagem
- Contagens
- Bombagem
- Iluminação
- Acessos
- Quadros Elétricos

- Alarmes

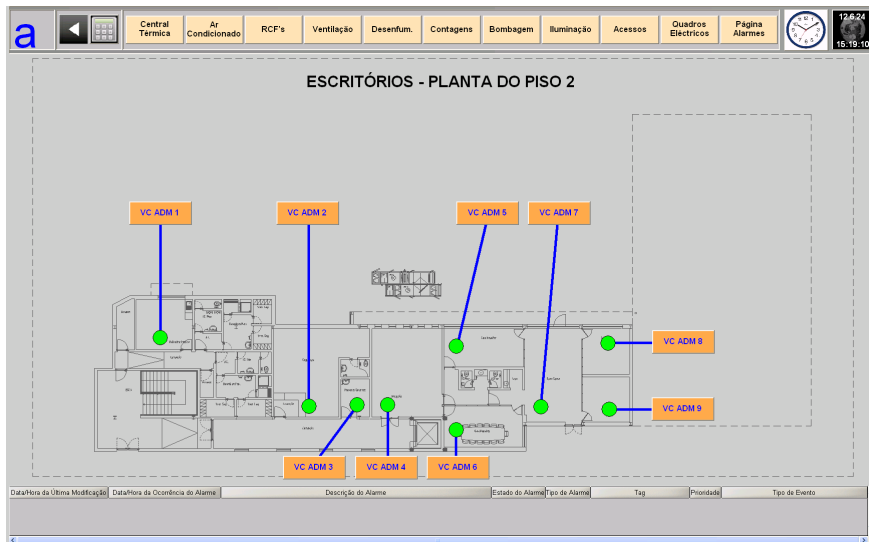


Figura 4.2: HMI antiga

Sendo que este trabalho descreverá uma nova obra, o processo de renovação dos controladores para a marca LOYTEC e de toda a supervisão do edifício passando agora a correr e ser desenvolvido com o software da LOYTEC. Para tal existem 3 grandes partes:

- Troca dos diversos controladores em cada quadro;
- Programação dos novos controladores mantendo a lógica de funcionamento do sistema anterior;
- Desenvolvimento de uma supervisão completamente nova mantendo as funcionalidades anteriores e acrescentando novas;

#### 4.1.1 Tipos de equipamentos a integrar na Supervisão

O desenvolvimento de um SGTC implica saber exatamente o equipamento presente na instalação, sendo ainda importante perceber as funcionalidades e sinais para leitura disponíveis em cada um. Nesta subsecção, serão apresentados os diversos equipamentos presentes no Leiria *shopping* e a função de cada um deles nesta instalação. Equipamento campo:

- *Chiller's* - responsável por arrefecer a água que circula na central térmica;
- Válvulas - responsáveis por controlar a circulação ao abrir e fechar de forma a permitir/limitar a passagem de água;
- Bombas de circulação - fazem a água circular pelos diversos circuitos de todo o edifício;

- Torres arrefecimento - responsáveis tal como os *Chiller's* por arrefecer a água circulante no circuito;
- Permutador - gere trocas de água a diferentes temperaturas;
- Caldeira - consoante necessidades do sistema efetua o aquecimento de água;
- Sondas - equipamentos presentes em diversas zonas com capacidade de "medir" temperaturas, humidades, CO<sub>2</sub>, pressão, etc.
- Depósitos de água quente - reservatórios que acumulam a água a uma certa temperatura de forma a estar para pronta para consumo;
- Painéis solares térmicos - outro equipamento responsável por subir a temperatura da água, nestes caso a que é posteriormente armazenada nos depósitos;
- Resistências - aquecem quando necessário a água presente nos depósitos;
- Ventiladores - climatizam , neste caso , a zona dos escritórios, tendo capacidade para "gerar" ar frio e quente;
- UTA - é o equipamento que realiza o tratamento e a recirculação do ar numa zona;
- RCF's - os registos corta fogo são dispositivos de segurança responsáveis por "cortar" uma condução de ar de forma a diminuir a propagação de um possível incêndio, tanto das chamas como de gases tóxicos, ao longo do edifício;
- Ventiladores (VT) - dispositivos mecânicos com capacidade de controlar o fluxo de ar dentro de um edifício. Sendo que depois podem ser utilizados em vários âmbitos como climatização, desenfumagem ou pressurização. No Leiria Shopping estão integrados na supervisão os seguintes tipos de ventiladores:
  - Extração (VE)
  - Insuflação (VI)
  - Extração de Desenfumagem (VED)
  - Insuflação de Desenfumagem (VID)
  - Pressurização (VP)
- Claraboias - estas aberturas no teto são controladas pelo SGTC e desempenham funções de climatização ao permitir aproveitar a temperatura do ar exterior, assim como de desenfumagem em caso de incêndio;
- Tanque água e sensores de nível - permitem armazenar em grandes quantidades pronta para utilizar e dar *feedback* do seu nível de enchimento;

- Diversos circuitos de iluminação - variados tipos de luminárias espelhadas pelas diversas zonas da superfície comercial;
- Elevadores, monta cargas, escadas rolantes e tapetes rolantes - possibilitam a fácil circulação de pessoas entre os vários pisos do edifício;
- Portas automáticas - típicos locais de acesso a um shopping;
- Quadros elétricos - alimentam eletricamente toda a instalação e recebem diversos sinais que serão depois visíveis através da HMI.

#### 4.1.2 Sinais/Variáveis existentes a utilizar na supervisão

A instalação possui 54 quadros elétricos onde estão presentes controladores, cada um tem um programa, um é o controlador responsável pelas redes que também é programável e duas consolas presentes nos parques, junto aos quadros de bombeiros, de forma a interagir com o sistema de desenfumagem. Tudo isto culmina num total de 22801 *datapoint's* disponíveis no servidor.

Para que seja possível a interação homem máquina, é necessário que o *hardware* receba, através de contactos físicos ou por via de redes de comunicação, as informações dos diversos equipamentos. Estes diversos sinais serão posteriormente tratados e utilizados no software de controlo. Sinais Recebidos:

- Sinais Digitais - tomam o valor 0 ou 1 através do atracar/desatracar de um relé. Este tipo de sinal é o mais utilizado pois serve para *feedback* de funcionamento dos equipamentos, estados de disjuntores, estados de iluminações, modos de funcionamento, etc;
- Sinais Analógicos - podendo ter vários intervalos de funcionamento, um dos mais usuais é a leitura de uma tensão entre os 0 e os 10 V, que depois através de uma conversão dependente da origem do sinal de forma a ser possível analisar, por exemplo, a velocidade de um ventilador ou uma temperatura;

Porém, não só os sinais lidos serão utilizados no funcionamento da HMI, pois existem também diversas variáveis criadas em software que têm um papel fundamental no sistema. Variáveis software:

- Manual/0/Automático (M0A) - tal como indicado pelo nome permitirá ao utilizador da interface colocar os equipamentos, dispostos anteriormente, num de 3 modos. Manual faz com que o SGTC envie comando para o funcionamento do equipamento, 0 retira o comando ao equipamento, fazendo com que desligue e Automático faz com que o equipamento fique a funcionar de acordo com um horário;

- Horário - Num sistema de automação é algo imprescindível, pois ao invés de se controlar individualmente cada um dos equipamentos pode-se apenas uma vez definir um horário individual para cada um e depois deixar o sistema trabalhar. Funciona "de mãos dadas" com a variável anteriormente apresentada, o MOA, pois o Modo automático faz o equipamento funcionar de acordo com o horário, mas permite também em casos de necessidade "fugir" ao mesmo forçando o ligar ou desligar através da supervisão;
- Codificação - uma opção à leitura de vários sinais, utilizando o software para os agregar numa só variável, ficando esta com múltiplos estados. Um exemplo é uma variável de estado de um ventilador que toma valores de 0 a 4, sendo que depois 0 representa desligado, 1 ligado em primeira velocidade, 2 ligado em segunda velocidade, 3 ligado em terceira velocidade, 4 alarme disparo do quadro elétrico;
- *SetPoints* - variáveis essenciais para o controlo de diversos equipamentos, sendo aplicável a vários parâmetros como temperaturas, humidades, velocidades, percentagens, etc. Por exemplo, definir o *SetPoint* de temperatura de um ventilador para que através da comparação com a leitura do sinal de uma sonda de temperatura do local, permita ao controlador colocar o ventilador no modo ideal para atingir o desejado, alterando a velocidade, o modo de quente ou frio, etc.

#### 4.1.3 *Software* da versão antiga

Uma parte essencial deste tipo de sistema são os programas que são executados nos diversos controladores nas instalações, estes controlam o funcionamento dos diversos equipamentos e lêem os diversos sinais necessários para efetuar decisões no que toca ao funcionamento. Nesta etapa, é crucial a consulta do software, anterior à renovação, que corre nos controladores da instalação antiga. De forma a explicar melhor as questões de software será feita a separação entre o *software* antigo e o novo.

A instalação presente no Leiria Shopping tinha controladores da marca *Johnson*, a programação que corria no mesmo utilizou diversos programas, já descontinuados pela marca, para o seu desenvolvimento como:

- *EDE* - onde é feita a listagem das variáveis e a sua conexão aos pontos físicos
- *M-Graphics Container* - programa responsável pela HMI de supervisão da instalação
- *FX-Builder* - responsável pelo desenvolvimento do programa em si, onde é desenvolvido o *software* em si que vai fazer funcionar iluminação, ventiladores, bombas de água, etc.

Para o desenvolvimento da obra foi essencial a consulta de todos os *backups* da programação e supervisão antiga, de forma a desenvolver um programa com as mesmas funcionalidades para correr nos controladores *Loytec*, desenvolvido no *software* disponibilizado pela mesma.

De forma, a obter acesso a este programa já descontinuado foi utilizada uma máquina virtual, nela corre ainda o sistema operativo *Windows XP* de forma a executar então os 3 programas referidos anteriormente. Esta ferramenta é essencial ao longo de todo o desenvolvimento para garantir a coerência entre a versão antiga e a renovada, algo importante para facilitar a adaptação à utilização da nova HMI pelos colaboradores da superfície comercial.

## 4.2 HMI nova

Sendo esta a parte da obra diretamente ligada a realização do estágio, será a parte do documento que detalhará todo o trabalho desenvolvido. Foi feita uma divisão de tarefas em relação a esta obra onde a programação dos controladores ficou a cargo de uma parte da equipa do BE e a parte do desenvolvimento do HMI, supervisão, ficou a cargo do estagiário.

Nesta secção, será explicada a criação de uma HMI no *LVIS Configurator*, tendo em base a prévia, tal como referido na parte central da figura 4.3.

### 4.2.1 Novo *software* desenvolvido

Uma grande parte desta obra consistiu na transição para o ecossistema *Loytec* onde foram criados novos programas com os softwares *Loytec*. Esta transição foi feita da seguinte maneira:

- A conexão entre pontos físicos e variáveis anteriormente realizada no EDE passou a ser realizada no LYNX Configurator;
- A supervisão foi desenvolvida no LVIS Configurator ao invés de no M-Graphics Container;
- Já o desenvolvimento antes feito no FX-Builder passou a ser feito no LStudio;

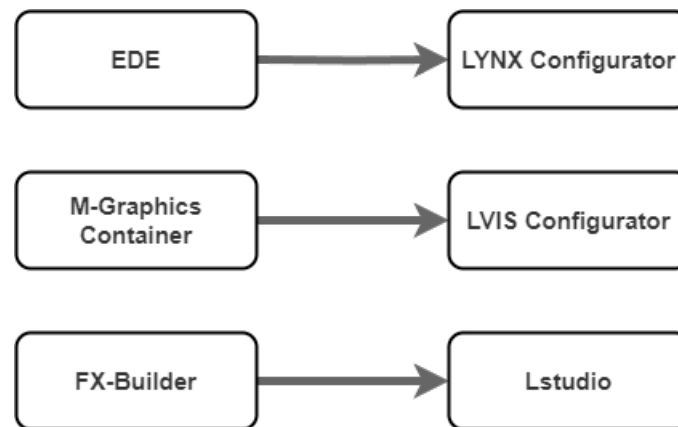


Figura 4.3: Migração dos programas

O LWEB-900 passou a ser o servidor onde tudo estará alocado e irá permitir acesso à supervisão, inclusive através da rede. Através deste software é ainda possível fazer a edição da supervisão desenvolvida no *LVIS Configurator*.

A figura 4.4 mostra uma possível visualização do programa. Nela está aberto o configurador, *LVIS Configurator*, é ainda visível na parte mais à esquerda as diversas pastas onde estão guardados, por exemplo, os horários, as *trends* e o *network* onde se visualiza a comunicação com todos os controladores de cada quadro. Na zona mais central, em coluna, vê-se a organização do projeto onde se encontra cada detalhe da HMI e mais à direita uma visualização do que é desenvolvido na coluna central. Sendo que sempre que necessário é possível compilar e correr o projeto de forma a ter a visualização, na outra aba minimizada chamada *LeiriaShopping* que será onde os operadores do edifício têm acesso.

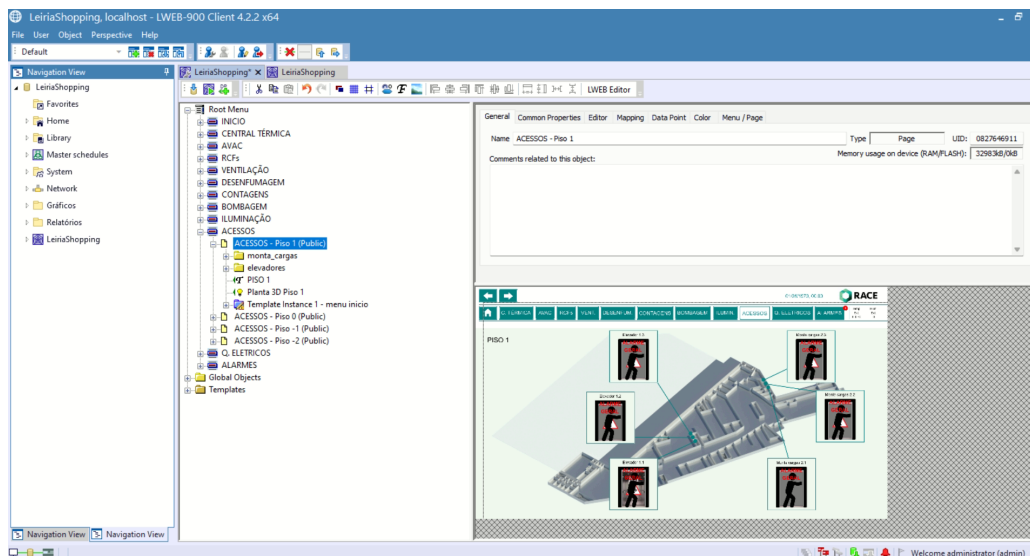


Figura 4.4: LWEB-900.

### 4.2.2 Quadros/Controlares

Para todo o *software* ter alguma ação física e receber "informação" sobre o edifício é necessário existirem diversos quadros de GTC. Todos eles estão equipados com um LINX, que funciona como "cérebro" pois é responsável por todo o processamento do programa, podem ou não ter equipados LIOB's que servem para conectar entradas e saídas.

O processo de transição foi gradual de quadro a quadro, sendo que em cada quadro foram removidos os controladores *jhonson* e colocados os *LOYTEC*. Para que tal acontecesse era necessário ter já o programa desenvolvido assim como o menu da supervisão já preparado. Na figura 4.5, está um exemplo de um destes quadros que tem um LINX e vários LIOB's.

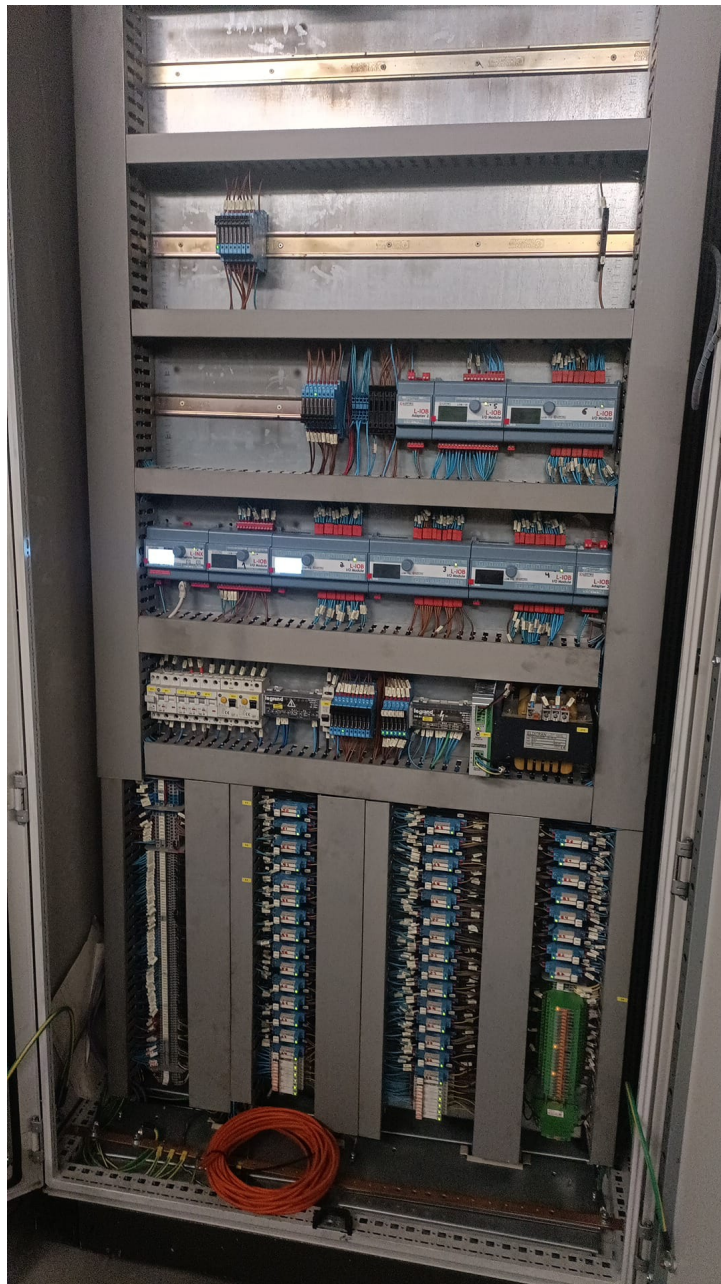


Figura 4.5: Exemplo quadro GTC.

### 4.2.3 Análise e aproveitamento de soluções usadas em projetos anteriores

Tendo em conta o enorme *background* da RACE em sistemas deste tipo, havia já diversos projetos desenvolvidos com os softwares da *LOYTEC* em superfícies comerciais muito semelhantes a este do Leiria Shopping. Isto levou a uma análise prévia a obras como:

- Mar Shopping Algarve (figura 4.6)

- Glicínias Plaza Aveiro
- ParkLake Roménia

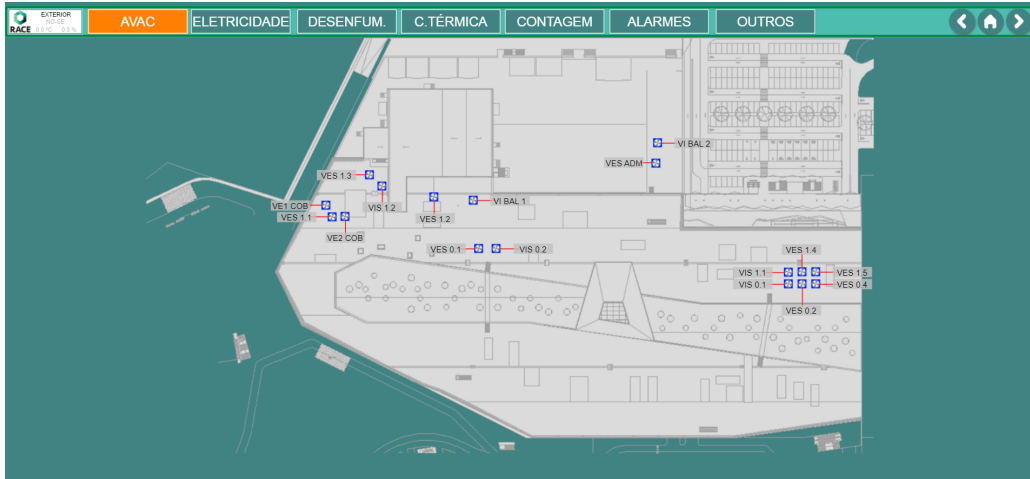


Figura 4.6: Exemplo Mar Shopping Algarve.

Com esta análise foi possível ver a evolução do produto ao longo do tempo, assim como perceber ainda melhor o uso da HMI num sistema SACE e as suas funcionalidades e áreas de abrangência. Sendo também útil à familiarização com o software de desenvolvimento ao ser possível observar exemplos a ter em conta.

#### 4.2.4 Novas Plantas/Imagens

Outra grande alteração tendo em conta projetos do passado é a substituição das antiquadas plantas 2D por plantas 3D. Desenvolvidas por outro membro do departamento do BE, através do Software *Revit (Auto Desk)*. Esta alteração permite uma ainda mais fácil relação entre a localização física, no edifício, e a localização digital, na HMI, melhorando desta forma a interatividade. Não esquecendo também a melhoria estética associada a esta modernização.

A melhoria da estética é também importante para o projeto, tendo em conta a grande quantidade de imagens usadas em toda a HMI é essencial ter uma vasta biblioteca de imagens. Sendo que para este efeito é disponibilizada uma vasta quantidade de imagens pela *LOYTEC*, ficando ao dispor diversas opções em equipamentos de circulação de ar, hidráulicos e ainda diversos ícones e botões úteis na supervisão.

Acrescentando a isso, a RACE também já tinha algumas imagens próprias úteis a este desenvolvimento. No decorrer do projeto foram surgindo algumas áreas tidas como "fraquezas" onde se investiu no desenvolver de algumas imagens ou reformular de outras de forma a otimizar a biblioteca de imagens da nova HMI.

## 4.2.5 Especificidades do programa

### Sistema de gráficos de tendências

Nos SACE a sintetização de informação em gráficos é uma das partes mais importante. Sendo que o *LWEB900* tem a capacidade armazenar no servidor os registos de diversas variáveis e sinais. Depois existe uma grande facilidade de visualizar e interagir com esta informação na HMI.

Em termos de desenvolvimento deste tópico, no que toca à HMI, é uma das poucas partes diretamente desenvolvidas do *LWEB900* onde é feita uma seleção de uma ou mais variáveis e ou sinais, tendo em conta o que se pretende apresentar no futuro gráfico, assim como as respetivas escalas a apresentar. Sendo ainda possível para cada *datapoint* personalizar a cor de forma a facilitar a visualização.

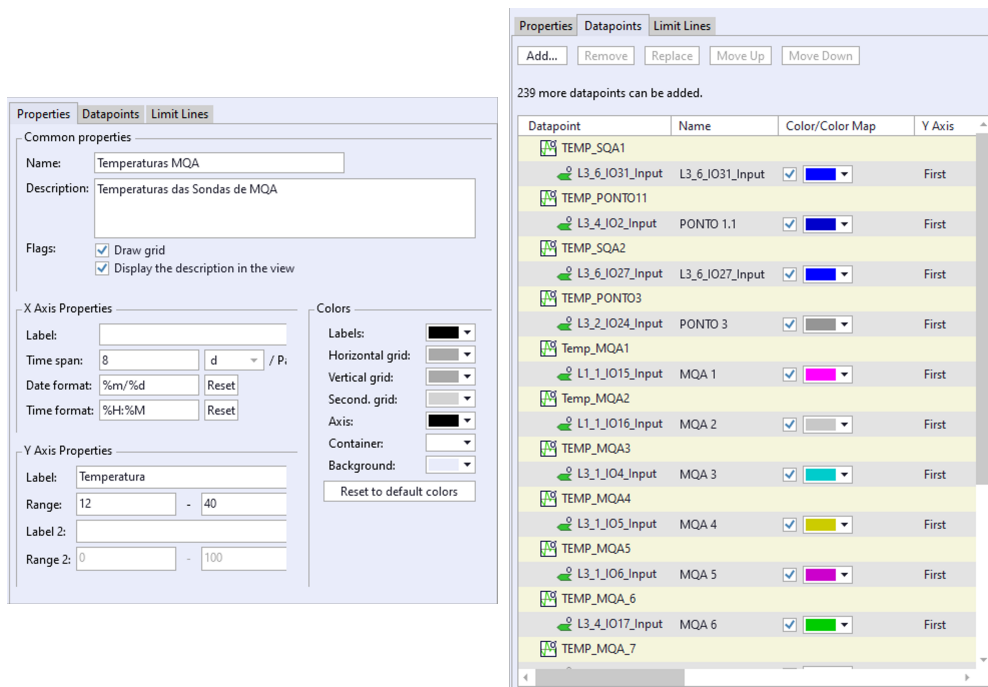


Figura 4.7: Configuração de um gráfico de tendências.

### Horários upgrade

Em relação à anterior versão existe uma grande melhoria, na versão "original" havia dois índices de horários de 1 a 16, um destinado ao AVAC e outro à iluminação, totalizando assim 32 possibilidades de horários para todos os equipamentos. Sendo que essa limitação deixa de existir agora, pois através do *LWEB900* podem ser criados diversos horários com diversas hierarquias e organizações de forma a existir uma maior especificação por equipamento e necessidade.

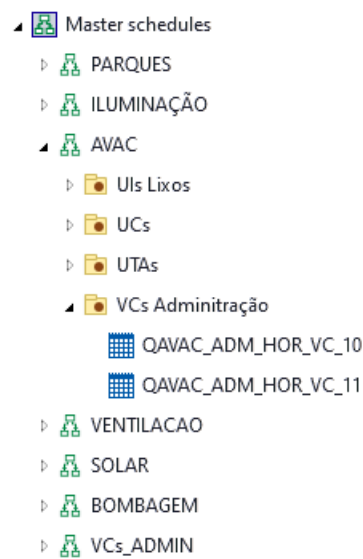


Figura 4.8: Hierarquia Horários.

Cada horário exige uma configuração quando criado que é única ficando sempre disponível para eventuais alterações necessárias. Para a criação de um horário de um equipamento ou vários, é preciso tê-lo inserido na estrutura mencionada anteriormente, na figura 4.8, definir o seu estado por defeito (*preset*), e depois criar os eventos para alterar este mesmo. Como, por exemplo, ter uma iluminação com *preset* de desligado e criar um evento para ligar todos os dias das 9 h às 22 h, como se verifica na figura 4.9.

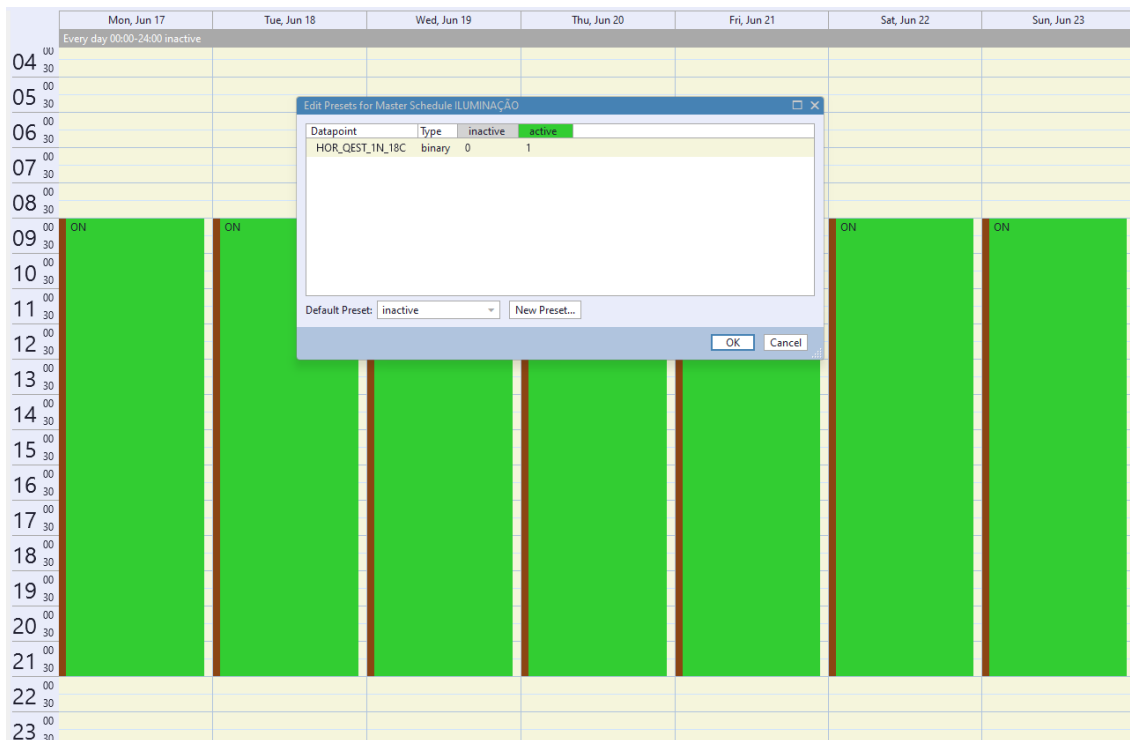


Figura 4.9: Exemplo horário.

### Sistema de permissões por cargos

Sendo que ao longo de todo o edifício existem vários pontos de acesso ao SGTC, em termos de segurança e não só também de gestão é importante saber todos os que acedem a este sistema, para tal existe um sistema de *login* através de utilizador e palavra chave, como se pode ver na figura 4.10. Além de identificar quem acede ao sistema é também relevante haver vários tipos de permissões para cada um dos colaboradores do sistema, para tal podem ser criadas varias hierarquias dentro do sistema. Por exemplo, um cargo e administrador para técnicos e chefias do estabelecimento com permissões totais, e depois dois tipos de "operador" onde uns podem ter permissões de escrita e leitura de forma a poder alterar controlos e horários, tipicamente responsáveis de loja/edifício, e os outros apenas de leitura para conseguir identificar o que está a acontecer no edifício mas não te uma capacidade de o influenciar, normalmente pessoal de manutenção com menos formação.

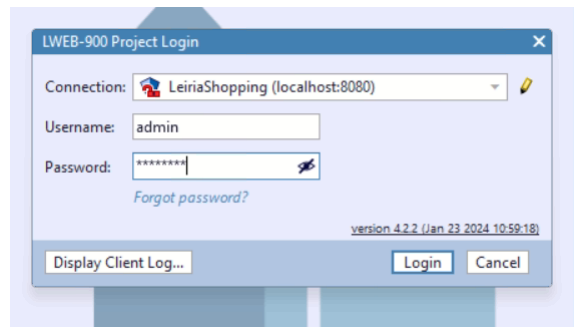


Figura 4.10: Início Sessão.

### Controlos

O *LVIS configurator* põem ao dispor dos desenvolvedores várias ferramentas, figura 4.11 , a integrar nas suas HMI. O Root Menu é a "raiz" do sistema onde depois serão criados diversos Menus que por sua vez terão diversas páginas com diversos controlos:

- *Webcam*: permite integrar *webcams* nas páginas da supervisão, porém não foi utilizado neste projeto;
- *Drawing*: dá a capacidade de desenhar varias formas geométricas ou não que podem depois servir como apoio visual ou botões;
- *Alarm list*: local onde aparecem as notificações referentes as variáveis do servidor de alarmes após configuração;
- *Schedule*: permite criar uma interface com um horário numa página da hmi para substituir/coexistir com a nos menus laterais do LWEB900;
- *Trend*: tal como o ponto anterior permite visualizar um gráfico de tendência sem usar o menu lateral;
- *Date*: Permite usar a variável de tempo real do autómato para apresentar a data e hora na HMI;
- *Analog Meter*: tal como indica o nome dá a opção de adicionar na HMI um mostrador analógico ao estilo mais "clássico"
- *Pie Chart*: dá a liberdade de apresentar dados num gráfico de circular associado a algumas variáveis;
- *Knob*: com isto é possível ter um botão rotativo configurável de forma a executar ações no edifício;
- *Bar*: muito útil para a visualização mais interativa de níveis , por exemplo um nível de enchimento de um tanque de água;

- *Number e Text*: algo muito simples e habitual mas sempre útil e versátil podendo mostrar valores de uma variável ou então conteúdo fixo para ajudar á mais fácil perceção do conteúdo da supervisão;
- *Bitmap*: uma das ferramentas mais utilizadas pois é através dela que é possível carregar as diversas imagens para a interface assim como pode ser utilizado para desencadear ações na HMI;

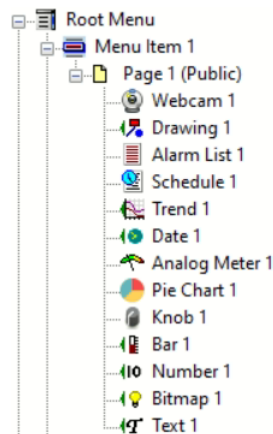


Figura 4.11: Tipos de controlos.

De forma a conseguir dinamizar o funcionamento de cada um dos controlos, referidos anteriormente, serão integrados um ou mais itens de forma a torná-los reativos à interação ou alteração de variáveis. Enumerando agora quais são estes itens, figura 4.12, e a sua funcionalidade:

- *Mapping*: permite ter em conta os valores que uma variável pode tomar e associar a ele uma alteração no controlo a que este mesmo se associa. Um exemplo pode ser alterar a cor de um *text* associado a um disparo de um dijuntor, comutando entre ok e alarme associados ao valor 0 ou 1 na variável do mesmo;
- *Color Mapping*: semelhante ao *Mapping* porém este é utilizado especificamente para alterar as cores de um controlo dependendo do valor de um *datapoint*;
- *Trigger*: dá a capacidade de desencadear uma reação de um controlo, tendo diversas configuráveis, podendo fazer com que o mesmo seja ou não visível ou até que o mesmo pisque mediante configuração. Na figura 4.12 aparece como *No Operation* pois não foi feita a configuração do tipo de ação. Um exemplo pode ser por exemplo um determinado texto aparecer quando uma condição lógica acontecer, especificando ao ter uma variável a 0 fazer que apareça um texto no menu;

- *Action*: tal como indica o nome é responsável por promover uma das diversas ações configuráveis. Ações essas que são inúmeras desde abrir uma página, abrir ou fechar um *Pop-up*, fazer soar um som, enviar um email e outras mais. Por exemplo, quando associado a um controlo permite que o clique nele efetue uma mudança de página na interface;
- *Datapoint*: de seguida na figura 4.12 vemos então as variáveis que podem ser conectadas a um controlo ou a um dos itens referidos anteriormente, sendo que os mesmos podem depois ser definidos como entrada, saída ou ambas simultaneamente.
- *Formula*: por ultimo as formulas permitem conectar 1 ou mais *datapoints* e usa-los como expressão matemática e/ou lógica. Podendo depois conectar esta formula, que terá o valor do resultado da expressão, a um controlo ou a um dos 4 primeiros itens desta lista. Sendo um exemplo de utilização desencadear uma troca de cor apenas quando duas variáveis forem 0 através de a utilização de um operação lógica *AND*.

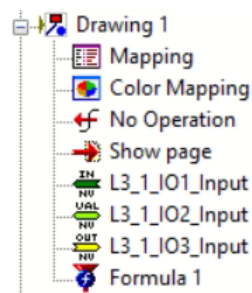


Figura 4.12: Associação aos controlos.

### Sistema de *templates*

No processo de desenvolvimento de uma HMI algo importante é manter uma congruência ao longo das diversas páginas da mesma. Neste caso em específico a possibilidade de utilizar *templates*, páginas criadas numa parte específica do programa de forma a serem usadas várias vezes apenas trocando pequenas coisas entre elas, por exemplo variáveis ou textos, para criar várias páginas sempre semelhante e congruentes ao longo da navegação. Como se pode ver na figura 4.13, neste projeto foram criados 6 *templates*, pois apenas nestes casos pareceu ser útil devido a repetição destes equipamentos e diferenças apenas mínimas.

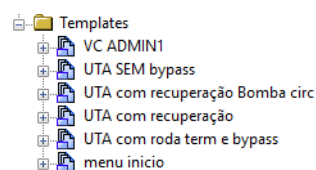


Figura 4.13: Templates usados.

Para a utilização destes mesmo o processo é muito simples, pois basta arrastá-los para cada uma das páginas e os mesmo serão adicionados sendo apenas necessário fazer pequenas alterações ou linkagens.

### Mais detalhes na utilização do programa

Como se pode entender ao longo dos tópicos anteriores existem várias funcionalidades a ser integradas. Pelo que organizá-las e perceber o impacto da organização na HMI é muito importante. Dentro de cada página para além de todos os controlos e itens a serem usados é possível alterar todos os seus nomes e criar diversas pastas de forma a manter uma organização. Este cuidado durante o desenvolvimento facilita tanto durante o mesmo, para encontrar ou movimentar 1 ou mais itens, como também à posterior num caso de apoio técnico por parte de alguém que não o desenvolvedor ao ter nomes e organização lógica e intuitiva. Um exemplo pode ser visto na figura 4.19 onde se visualiza uma separação por botões e vários nomes dados aos controlos.

## 4.2.6 Desenvolvimento HMI

Para iniciar o projeto é necessário efetuar algumas configurações, após abrir o software *LVIS Configurator*, de forma a ir de encontro com as características do ecrã ou ecrãs usados no local para aceder à supervisão. Sendo que neste caso foi utilizada a predefinição do programa alterando apenas a resolução de visualização.

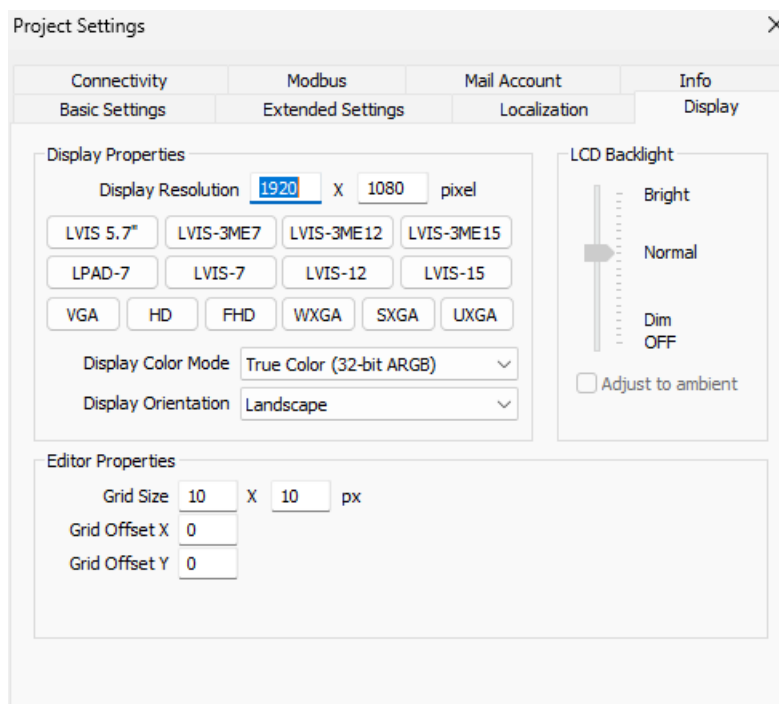


Figura 4.14: Definição da resolução.

Logo em seguida é visível que apenas existem três itens já criados o *Root Menu* que será a raiz desta interface, e duas pastas onde ficam os *templates* e os *global objects* que é um local par variáveis globais que podem ser atualizadas ao longo do funcionamento. O primeiro passo tomado foi através do processo da figura 4.15 de forma a criar uma estrutura organizada para as necessidades do edifício.

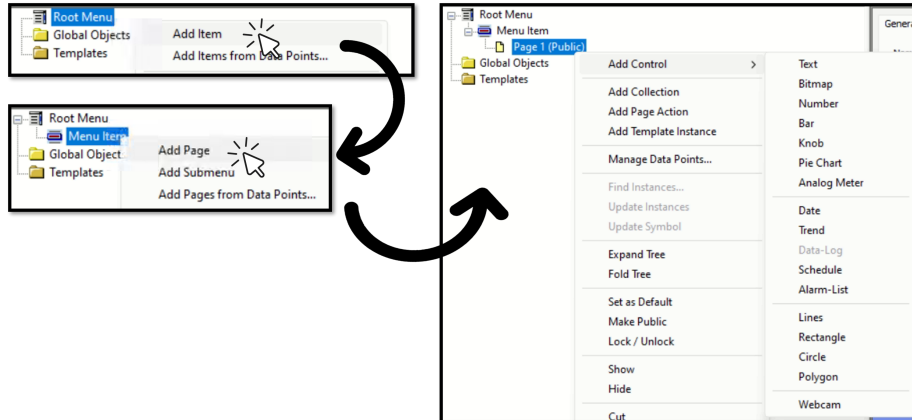


Figura 4.15: Criar uma estrutura organizada.

Depois cada *Menu item* e página são renomeados para uma melhor organização como se vê no exemplo da figura 4.16, onde a estrutura já está finalizada.

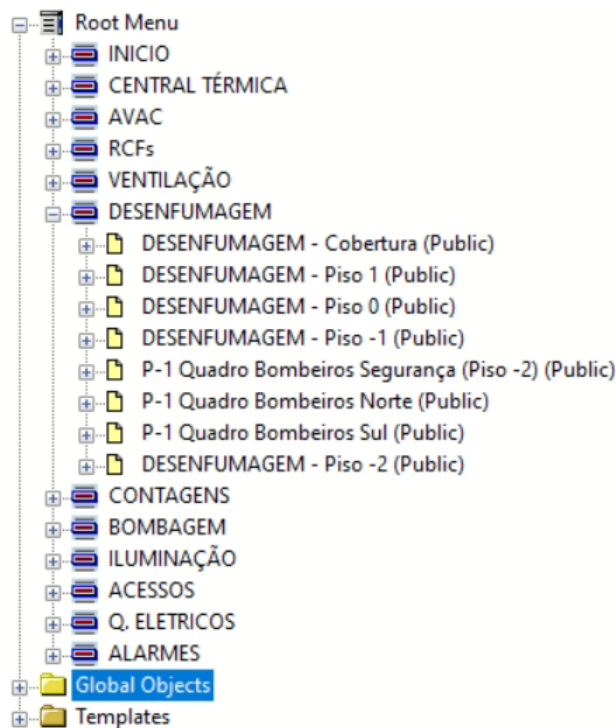


Figura 4.16: Estrutura organizada.

## Template Menu

O menu da HMI desenvolvida, figura 4.17, é algo essencial pois vai estar presente em todas as páginas como fundo e é onde estarão integrados vários controlos de navegação como as teclas de avançar e retroceder e a tecla "home" para além de apresentar sempre a temperatura e humidade exterior às instalações.

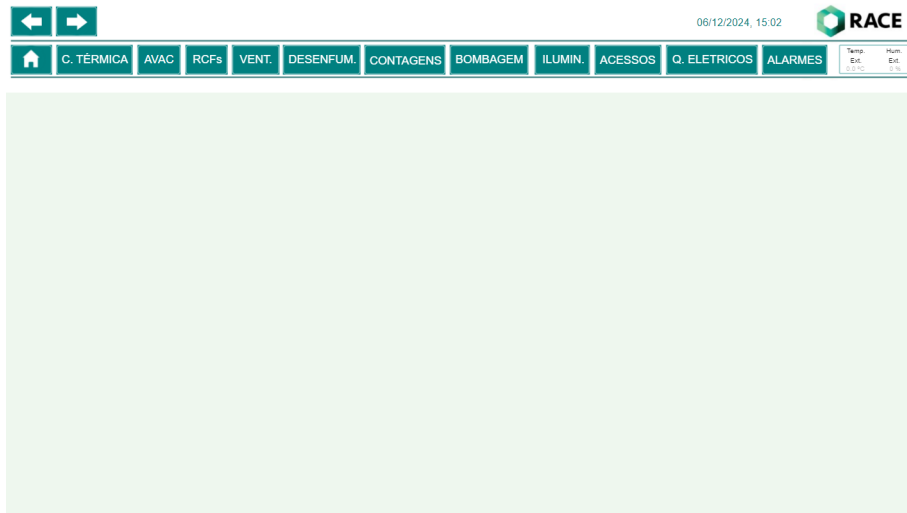


Figura 4.17: Template Menu Inicio.

A utilização segue uma lógica de interação com o menu muito simples e intuitiva onde o botão "home" leva sempre o utilizador de volta á página inicial. Os botões com setas direita e esquerda permitem circular pelas páginas de continua avançando e retrocedendo. Já os botões referentes a uma parte técnica do edifício encaminham a uma *dropbox* onde se seleciona o piso/zona a incidir. Tendo ainda a particularidade de um clique no fundo da página do menu fechar os *Pop-ups* abertos. O diagrama 4.18 sintetiza como se interage com este menu.



Figura 4.18: Lógica interação menu HMI.

### Desenvolvimento do menu

Tendo por base o menu usado nas obras mais recentes da empresa, foram feitas diversas alterações de forma a criar um menu de todo enquadrado às necessidades do Leira Shopping.

No que toca ao desenvolvimento, seguindo a figura 4.19, o botão de retroceder e avançar são em tudo semelhantes pois têm um *Bitmap* onde é carregada a imagem da seta para o respetivo lado, como está representado na figura 4.20. Esse *bitmap* tem associado ao clique nele uma *action* neste caso um *showpage* que será onde será conectada ao arrastar para cima a página para que este botão deve encaminhar, mas como se trata de um *template* observa-se a seta a vermelho pois não tem ligação, esta será feita depois quando o *template* é aplicado a cada página mantendo uma lógica de fazer os botões avançar e retroceder relativamente à página atual. O *drawing* aqui presente é o retângulo verde que se pode observar em torno da seta branca, as cores dos diversos itens do programa são configuráveis no menu da figura 4.21.

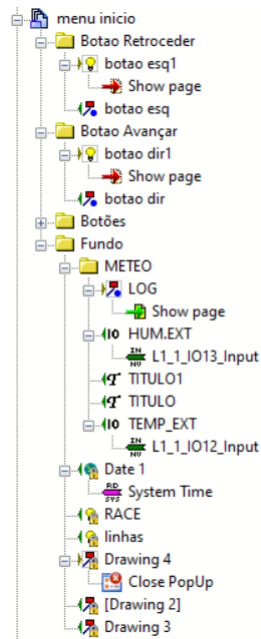
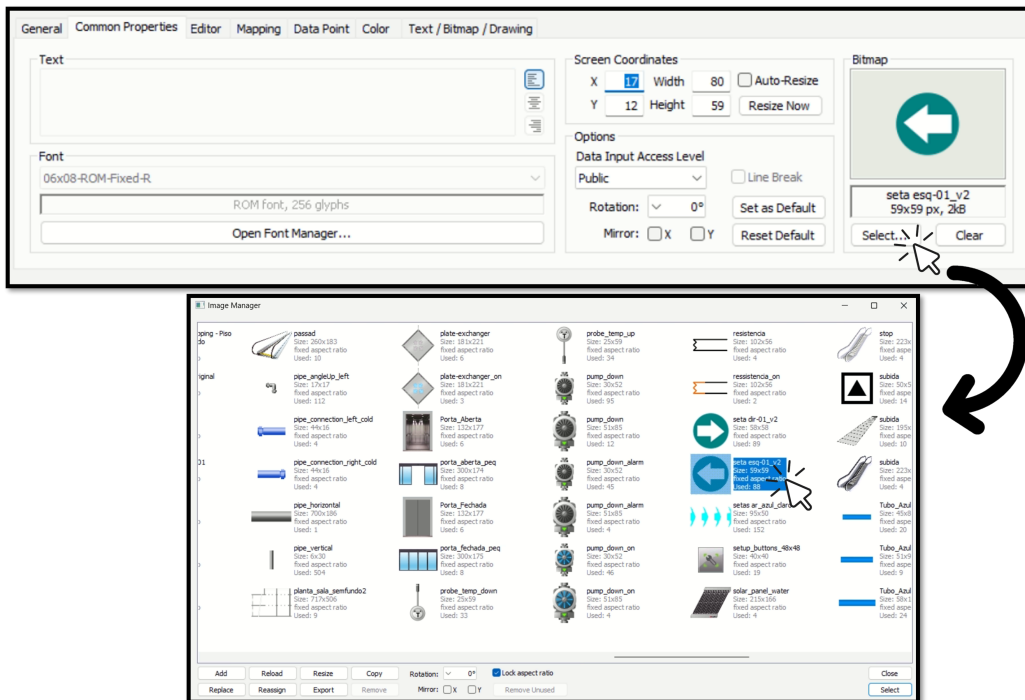


Figura 4.19: Desenvolvimento menu.

Figura 4.20: Selecionar imagem no *Bitmap*.

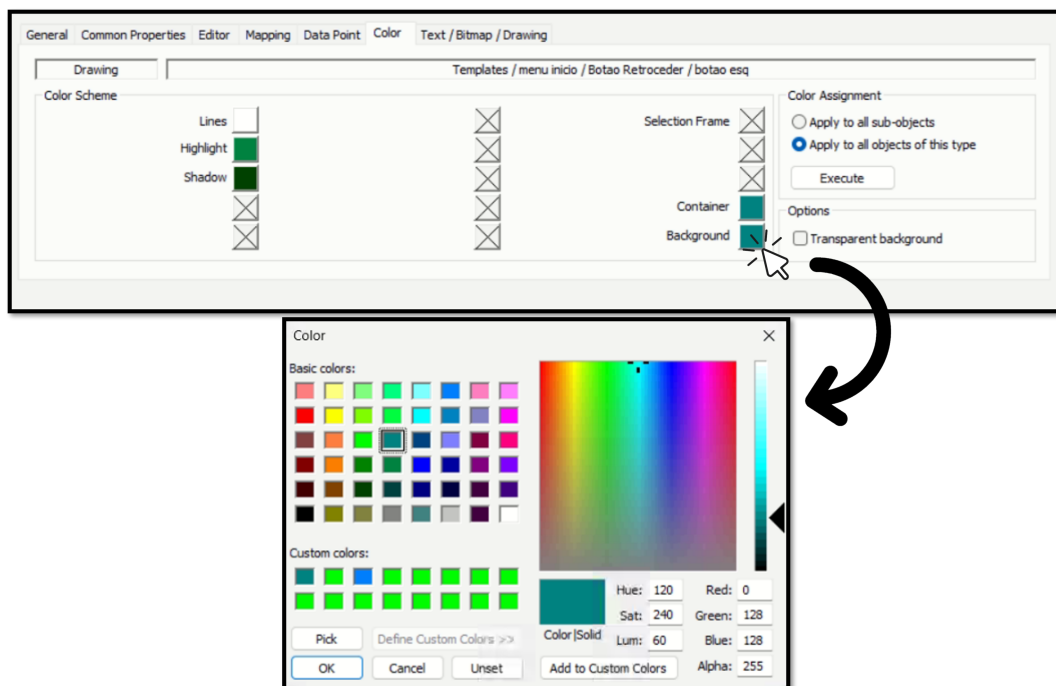


Figura 4.21: Configuração de cores.

Após o desenvolvimento destes dois botões de navegação segue-se a pasta "Botões" onde estão os botões de seleção de parte técnica que são todos muito semelhantes, à exceção do da página de alarmes e do Home. No caso do botão "alarmes" tem uma especificidade que é um círculo vermelho que aparece no seu canto superior direito quando existem alarmes ativos e indica o número dos mesmos.

A utilização de um *Trigger Visible on condition* onde estão conectadas as variáveis de cada quadro elétrico referentes ao número de alarmes ativos, vai através de uma expressão matemática soma-los e sempre que for superior a 0 será visível o texto `number_active_alarms` e o `drawing_active_alarm` que serão o círculo vermelho com o número e alarmes ativos. De realçar que para o número de alarmes ser lido e apresentado é necessário ter uma configuração tal como se fosse usado um *print* numa linguagem de programação convencional, como se vê na figura 4.23, sendo que o `%2d` indica um número entre 0 e 99 e sem casas decimais. Noutro exemplo `%3.1f` é um número entre 0.0 e 999.9 com uma casa decimal.

Seguindo para a parte semelhante a todos os botões, o texto "ALARMES" é configurado num menu semelhante ao do `number` porém ao invés de `%2d` encontramos escrito "ALARME" para esta palavra aparecer no botão. Depois para completar o botão está um *drawing*, o retângulo verde que ao clicar desencadeia duas ações, *Close Popup* que feche todos os abertos quando clicado no botão e *Show Page* agora a verde, pois este botão levará sempre para a página da lista de alarmes.

Os outros botões têm um extra que ao invés de encaminhar a uma página, abrem um *popup* onde se pode seleccionar o piso ou zona a interagir onde depois cada um

desses botões nesse *popup* leva a uma página devido á sua conexão. Sendo que o ultimo botão apresentado na figura 4.19 é o "Home" em tudo igual ao botão de avançar e retroceder, onde apenas é alterada a imagem no *Bitmap* e neste caso o *Show page* está conectado à página inicial.

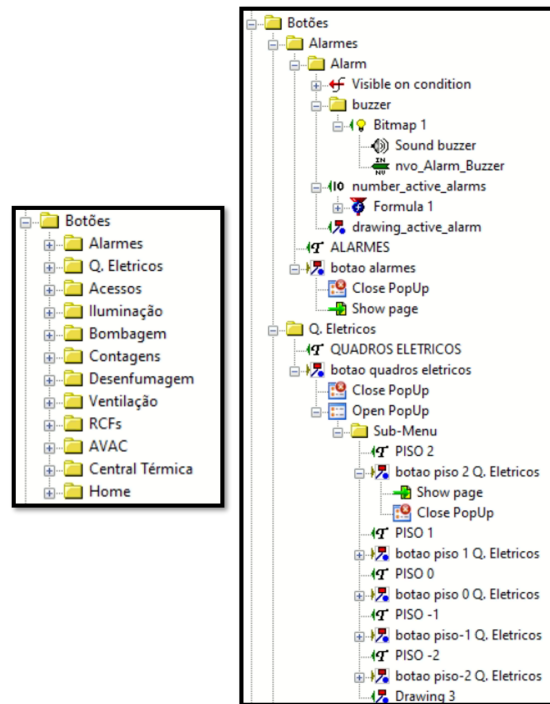


Figura 4.22: Desenvolvimento botões.

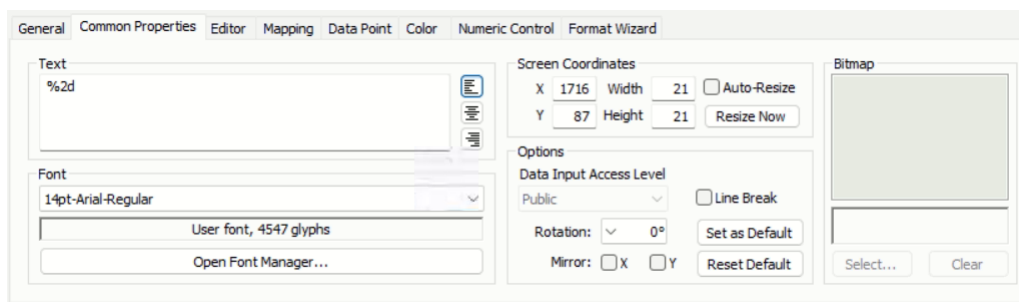


Figura 4.23: Configuração *number*.

Para culminar este *template*, tem-se a pasta "Fundo" onde estão as diversas cores e formas no fundo. Para além disso está aqui presente o controlo *Date* e conectado ao *System Time* de forma a ter sempre a data e hora apresentada atualizada, configuração que pode ser vista na figura 4.24. Na sub pasta "METEO" está a temperatura e humidade linkadas aos seus respetivos sinais assim como os textos "temperatura" e "humidade" que aparecem por cima de cada respetivamente, na configuração dos *numbers* têm-se "%2.1f °C" e "%3.0f %" respetivamente de forma a obter uma apresentação de resultados correta e de boa leitura. E por último a referir deste *template*

tem-se um *close popup* no *drawing* 4 que é o retângulo verde que ocupa todo o fundo, para lá da barra dos botões que se mantém ao longo das páginas, e ao clicar nele permitirá de forma pratica fechar todos os *popups* abertos.

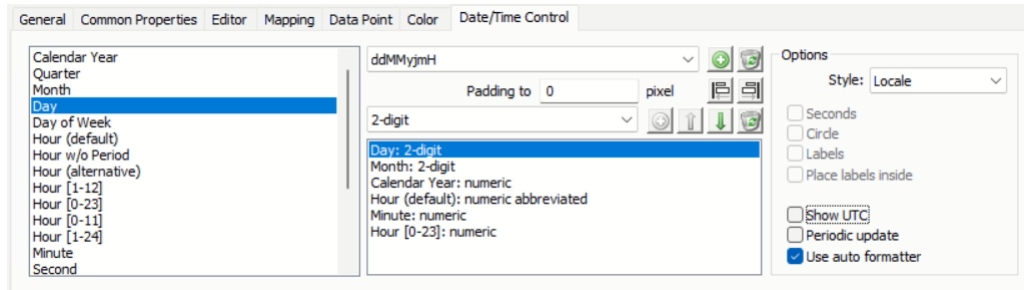


Figura 4.24: Configuração Data e Hora.

### 4.2.7 Desenvolvimento Página a Página

Nesta secção, será explicado todo o desenvolvimento das diversas páginas da HMI, a linha condutora será a ordem das páginas e á medida que aparecem conteúdos com especificidades diferentes serão sendo explicados. Porém de forma a não tornar o documento "interminável" os conteúdos muito idênticos serão apenas referidos.

#### Central Térmica

No primeiro botão da barra de navegação têm se a central térmica, com Chiller's, Caldeira e Solar. Esta parte da supervisão permite controlar e ver toda a produção e tratamento de água. Desde água de consumo (casas de banho, banhos, etc.) à água circulante para os equipamentos de climatização como UTA's.

Na página Chiller's, figura 4.25, estão presentes diversos equipamentos, será agora explicado o seu desenvolvimento. Para começar a página é sempre inserido o *template* do menu e linkados aos botões de navegação as páginas anterior e seguinte respetivamente.

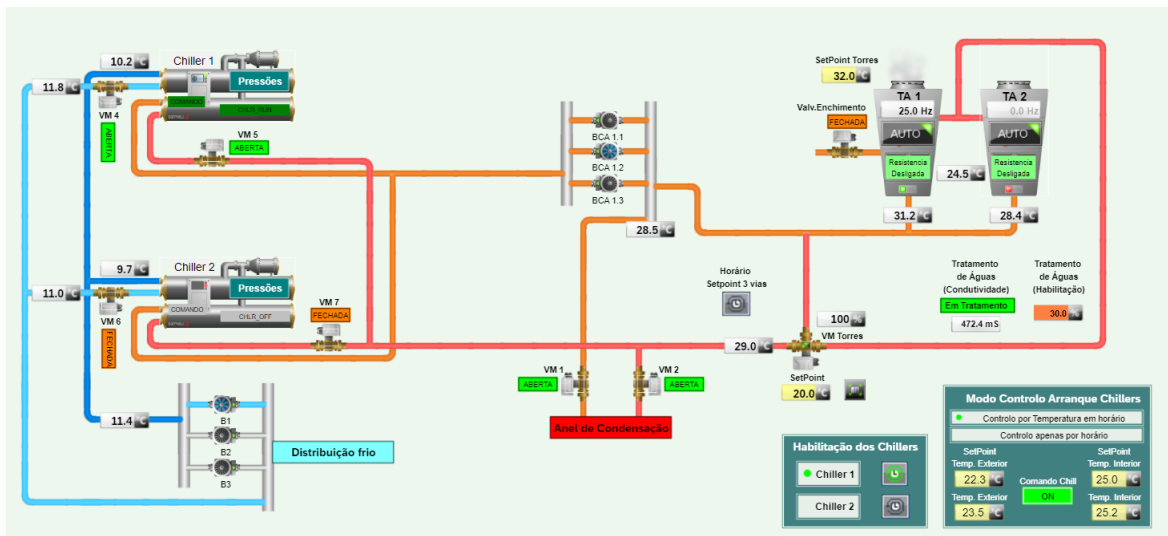


Figura 4.25: Página *Chiller's*.

Uma grande parte desta página é a criação da tubagem que altera a cor perante a circulação ou não de água. Para isso é necessário primeiramente fazer a tubagem cinza que fica por baixo quando não existe circulação e depois a da cor concordante com a temperatura da água da zona.

Sendo necessários 3 tipos de *bitmap* para cada cor de tubo onde vão existir pontas, tubos e curvas (imagens a importar para os *bitmaps*). De seguida posicioná-los e ir adicionando mais conforme a necessidade. Depois de ter a criação das duas tubagens sobrepostas, é adicionado à pasta da tubagem de cor (não cinza) um *trigger* onde esta só irá estar visível quando uma das bombas que faz a água circular naqueles tubos estiver ligada.

Estão presente dois equipamentos, em termos de desenvolvimento, muito semelhantes nesta página, as torres de arrefecimento e os chiller's que serão "feitos" com dois *bitmap's* cada um deles com um *mapping*. Um deles será o "ON/OFF" onde o 0 no *mapping* terá a imagem do equipamento desligado e o 1 o *gif* do equipamento ligado, onde estará linkada a confirmação de funcionamento do equipamento. Já o outro terá no 0 o *gif* de alarme do equipamento e o 1 estará vazio, conectando aqui o sinal do disparo elétrico do equipamento. É ainda importante realçar que o alarme tem de estar por cima em termos da estrutura para se sobrepor sempre ao funcionamento.

As válvulas mantêm esta lógica de desenvolvimento para o alarme, porém o seu estado é dado por um indicador com cor e texto. A cor será alterada por um *color mapping* que fica verde a 1 e laranja a 0 (figura ) e o texto através de um *mapping* irá mudar entre "aberta"(1) e "fechada"(0).

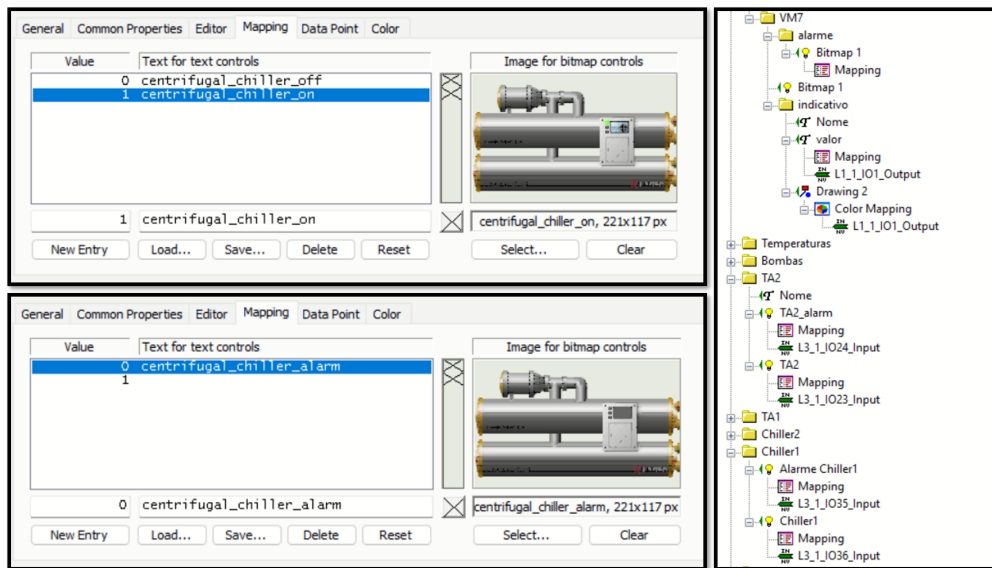


Figura 4.26: Desenvolvimento Chiler's e Válvulas.

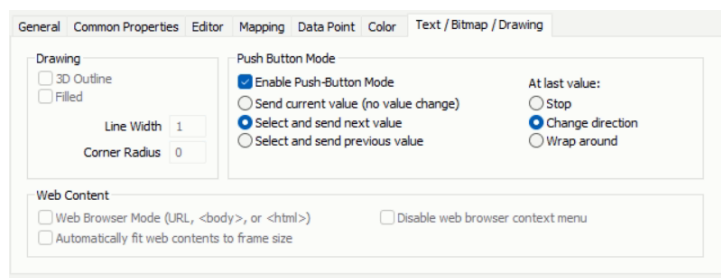


Figura 4.27: Configuração *color mapping*.

Bombas circulação, tal como múltiplos equipamentos ao longo deste projeto, o seu desenvolvimento consiste tal como no exemplo dos *chiller's* (figura 4.26) por dois *bitmaps* um para o alarme e outro para o estado funcionamento, ON/OFF. A parte diferente nestas é que ao clicar na própria abre um *popup*, onde são apresentadas informações, em texto com uma caixa colorida em volta, sobre o disparo, estado, contagem e um botão de *reset* para a mesma. Ainda no *popup* está o manual/0/Auto que como referido anteriormente é algo essencial no SGTC, para o seu desenvolvimento, figura , é criado um *bitmap* com um *mapping* onde são inseridas 3 imagens. Para o 0 um botão de OFF, para 1 um de ON e para 2 um botão de AUTO, depois é associada a respetiva variável bidirecional de forma a se conseguir controlar então o respetivo equipamento.



Figura 4.28: *Popup* bombas.

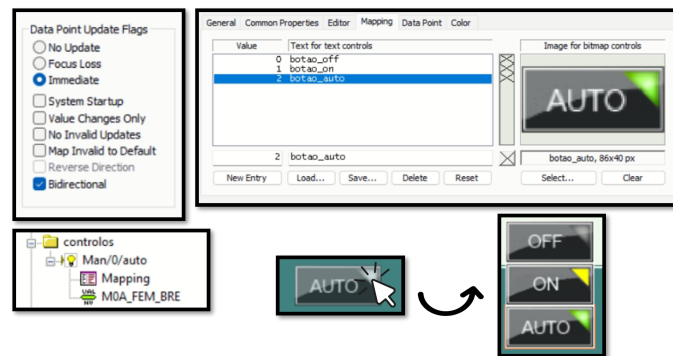


Figura 4.29: Configuração e funcionalidade manual/0/auto.

Importante referir os menus presentes no canto inferior direito que têm várias situações diferentes do já exposto :

- *Setpoint's* - para o seu desenvolvimento é utilizado um *bitmap* onde se carrega a imagem de fundo destes indicadores, é colocado um *drawing* com uma transparência amarela, que ao longo da HMI indica os *setpoints* entre outros números editáveis, e por fim o numero em si onde está conectado a variável do respetivo *setpoint* que é bidirecional, escrita e leitura;
- *Radio button's* - como não são uma opção já disponibilizada pela *Loytec* são desenvolvidos seguindo a lógica de outros botões usados na supervisão, é inserido um *bitmap* com configurações específicas para ser um botão como é visível na figura 4.30. Em cada botão estará um *mapping* com o valor que o botão escreve ao ser clicado, desta forma invés de um botão oferece várias opções cada botão seleciona apenas uma. O círculo que indica o ultimo botão premido ou seleção atual é feito através de um *color mapping* que apenas tem cor para o valor do respetivo botão associado e fica transparente para os restantes.

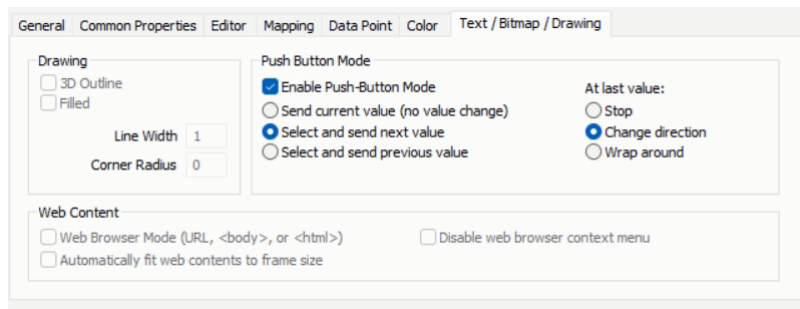


Figura 4.30: Configuração botão.

- Indicativos de temperaturas (Sondas temperatura e pressão) - em quase tudo igual aos *setpoints*, porém não tem a transparência amarela e as variáveis são apenas de leitura.
- Indicativos horários - trata-se apenas de um *bitmap* com duas imagens associadas através de um *mapping*, a 0 tem se uma imagem com um relógio a cinza e a 1 com um a verde.
- Indicativo de estado - configurado tal como o indicativo da válvula, porém aqui o 0 é OFF cinza e o 1 é ON verde.

Tendo ainda distribuídos pela página alguns botões que vão encaminhar á pagina seguinte que são efetuados com um *drawing* de um retângulo, um texto a indicar para onde nos levam e uma *action* para linkar à página não acessível pelo menu.

Seguindo nas páginas, é visível a Caldeira (figura 4.31) onde se entra em contacto com um circuito de água quente que é distribuída por toda a superfície comercial.

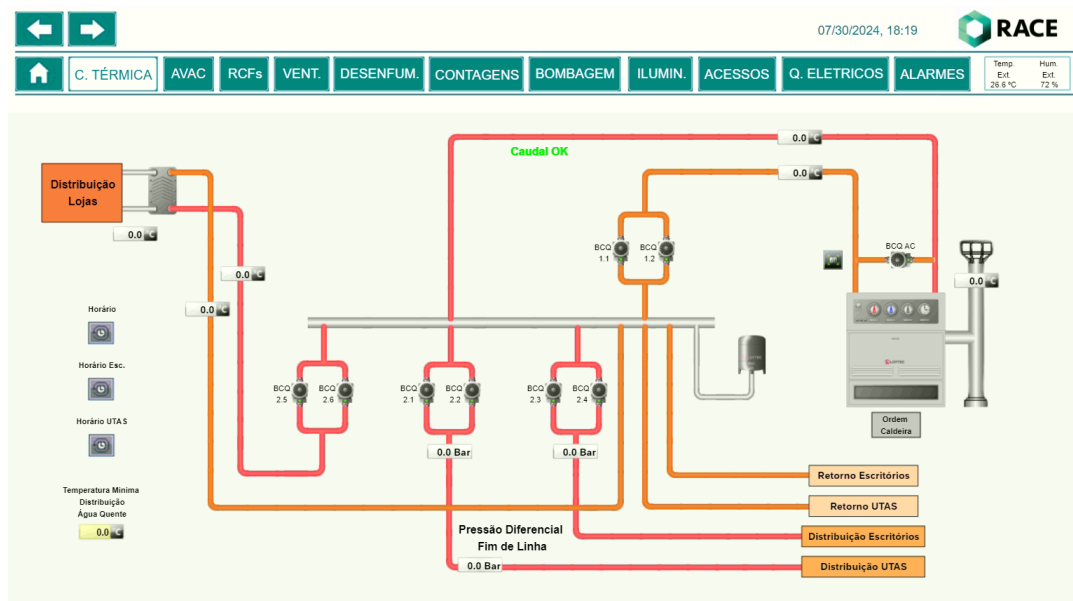


Figura 4.31: Página caldeira.

Em termos de desenvolvimento é em tudo semelhante à página anterior, pois muitos dos componentes são os mesmos. A maior "novidade" é a Caldeira que ao ser um equipamento é também constituído por dois *bitmaps* um para o funcionamento outro para o alarme. Aqui está também presente um botão que leva para a página não acessível pelo menu, o botão "Distribuição Lojas".

Há ainda uma página acessível apenas pelos botões presentes nas duas páginas referidas anteriormente, figura 4.32. Nela é possível interagir com o circuito do anel de condensação e com a distribuição de frio. No que toca ao desenvolvimento é tudo muito semelhante ao anterior não havendo novos componentes a destacar.

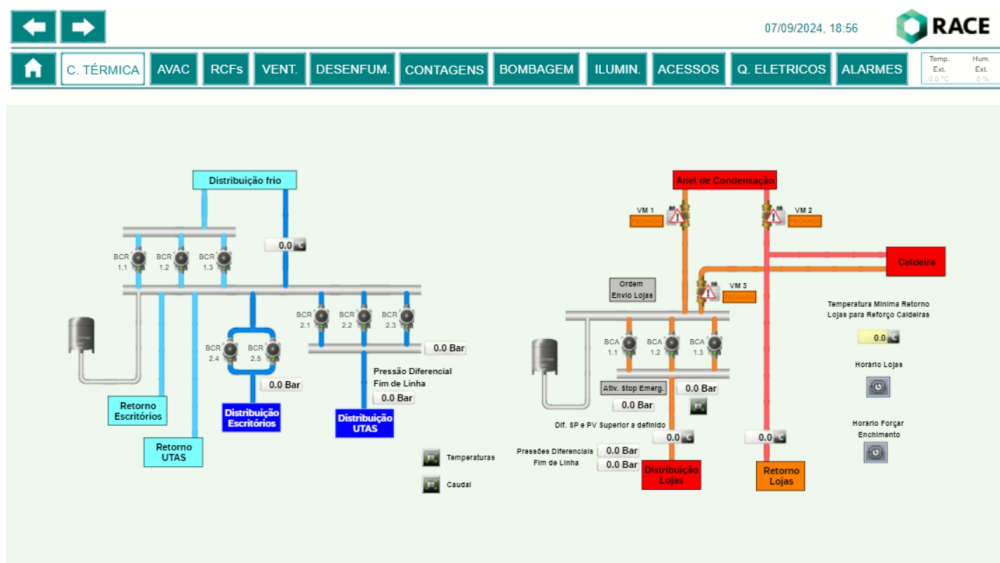


Figura 4.32: Página distribuição frio/anel condensação.

Página do Solar, aqui está o sistema onde é feito o aquecimento de água para consumo nos balneários, efetuado através de painéis térmicos. Havendo ainda muitas semelhanças com as páginas anteriores pois se trata de uma zona de circulação de água surgem algumas coisas diferentes a apontar.

Os depósitos de água são apenas um *bitmap* com uma imagem estática, meramente ilustrativa. Já nas resistências destes existe uma animação quando estão em funcionamento alterando a cor para laranja, porém em termos de desenvolvimento não é uma grande novidade pois apenas se trata de um *bitmap* com um *mapping* associado, onde a imagem de OFF é a resistência completamente preta e na imagem de ON a imagem com a parte dentro do depósito a laranja. o alarme das resistências também é um pouco diferente pois é um *trigger* que faz com que uma espécie de sinal de perigo apareça quando a variável associada está a 0. Têm também um *popup* onde apresenta o manual/0/Auto disparo de proteção, o estado e o comutador local.

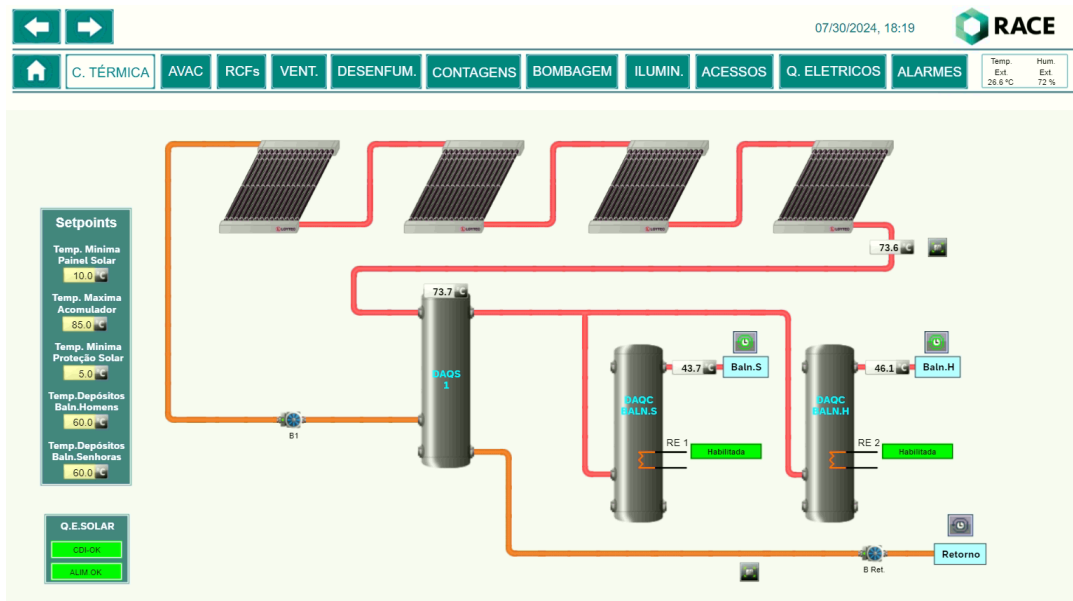


Figura 4.33: Página solar.

Pela primeira vez surge um indicativo referente a sinais do quadro elétrico responsável por esta zona, visível no canto inferior esquerdo da figura 4.33. A figura 4.34 mostra o aspeto final e do desenvolvimento. Os indicadores do estado os sinais são feitos como muitos outros já referidos anteriormente. assim como o design da caixa onde se encontram. A destacar aqui fica apenas os tipos de sinais que normalmente são colocados nestes indicadores:

- CDI - Corte de incêndio
- RVF - Estado de alimentação

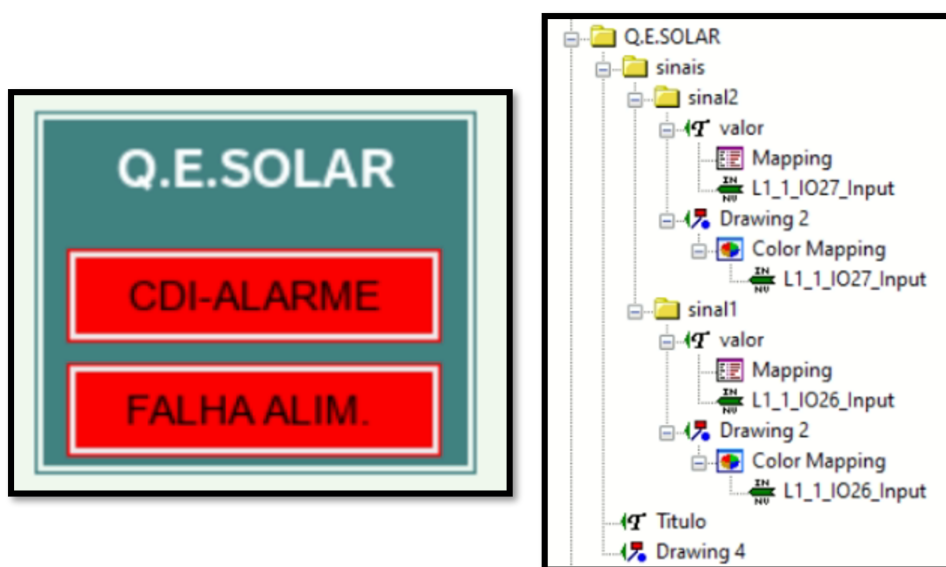


Figura 4.34: Desenvolvimento dos sinais do quadro.

### -AVAC

Nesta secção existem 3 tipos de páginas, MQA (Monitorização qualidade do ar), uma página dedicada aos ventiloconvetores na região dos escritórios da administração e depois 3 páginas referentes aos pisos 0, 1 e 2.

No que toca à página do MQA, figura 4.35, não existe grandes diferenças de desenvolvimento pois apenas estão presentes *setpoints* e valores de sondas de temperatura, humidade, CO e CO2.

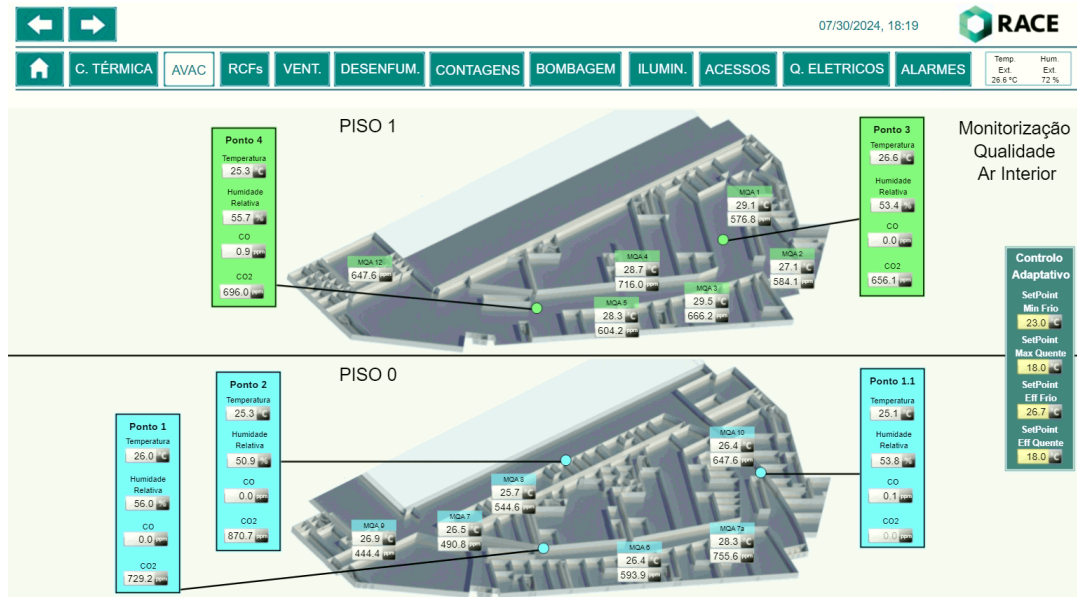


Figura 4.35: Página MQA.

Já a página que se segue, figura 4.37, tem grandes diferenças, pois a comunicação dos ventiloconvetores é feita através de BACNet. Com isto é disponibilizado ao controlador uma grande quantidade de variáveis para cada VC, figura 4.36, porém nem todas são utilizadas. Devido a serem variáveis por comunicação ficam todas na mesma pasta, isto torna a elaboração de um *template* ainda mais útil pois apenas terá de ser feita a linkagem para um dos ventiloconvetores e depois com a criação dos outros apenas será necessária alterar a pasta de onde vêm as variáveis pois serão iguais entre todos, poupando um grande trabalho.

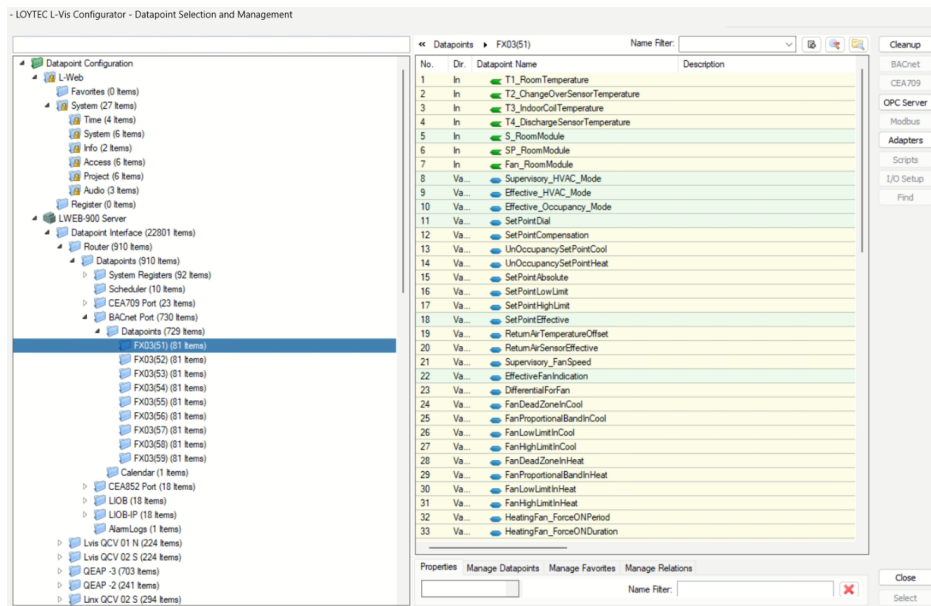


Figura 4.36: Variáveis BACNet.

No desenvolvimento dos conteúdos existe pela primeira vez o inserir de uma planta que é apenas um *bitmap* onde se carrega a devida imagem. Existe ainda os indicativos de localização dos VC's que são apenas uma linha, um círculo e um retângulo com um texto. em termos de botões o mais diferente é o de modo de funcionamento (*heat/cool/off*), onde um *bitmap* com um *mapping* em que 0 tem uma imagem cinza, 1 uma imagem de um sol para indicar que está em modo quente e 2 um floco de neve que indica o modo frio. O botão de definições abre um *popup* com mais opções para cada VC. A representação do equipamento é tal como as outras um conjunto de dois *bitmap*'s.

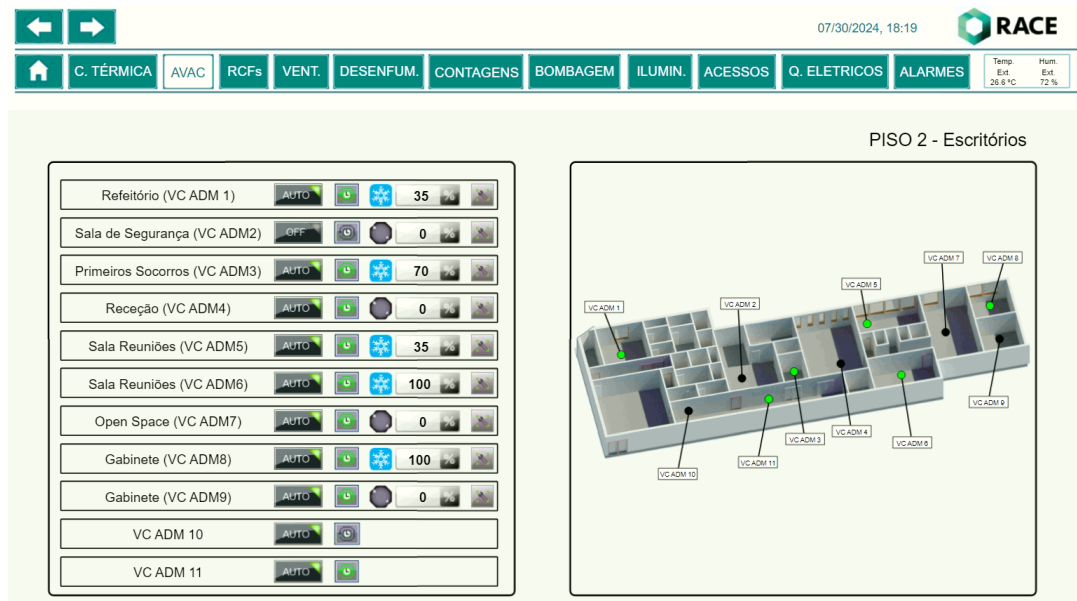
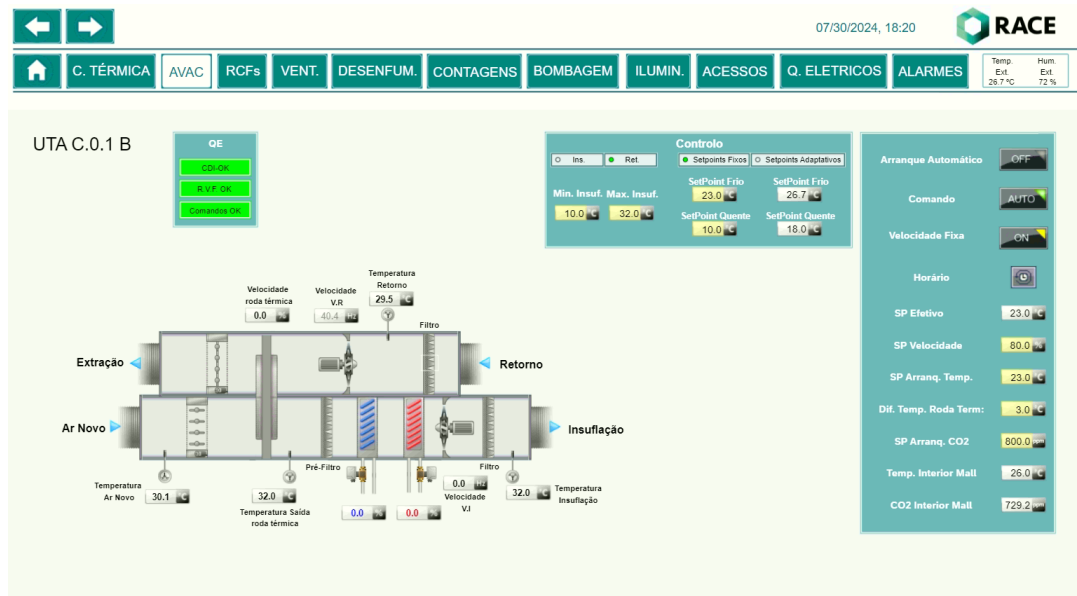


Figura 4.37: Página dos Vc's.

Nas 3 páginas de cada piso estão distribuídas as diversas UTA, como no exemplo da figura 4.42. Tal como nos VC aqui foram elaborados *templates* apesar de não ser utilizada a vantagem em termos de linkagem. Porém ajudaram a manter coerência ao longo das várias páginas de UTA, foram criados 4 tipos de *templates*:

- UTA com roda térmica sem *bypass*

Figura 4.38: UTA com roda térmica sem *bypass*.

- UTA com recuperação (Bomba circuladora)

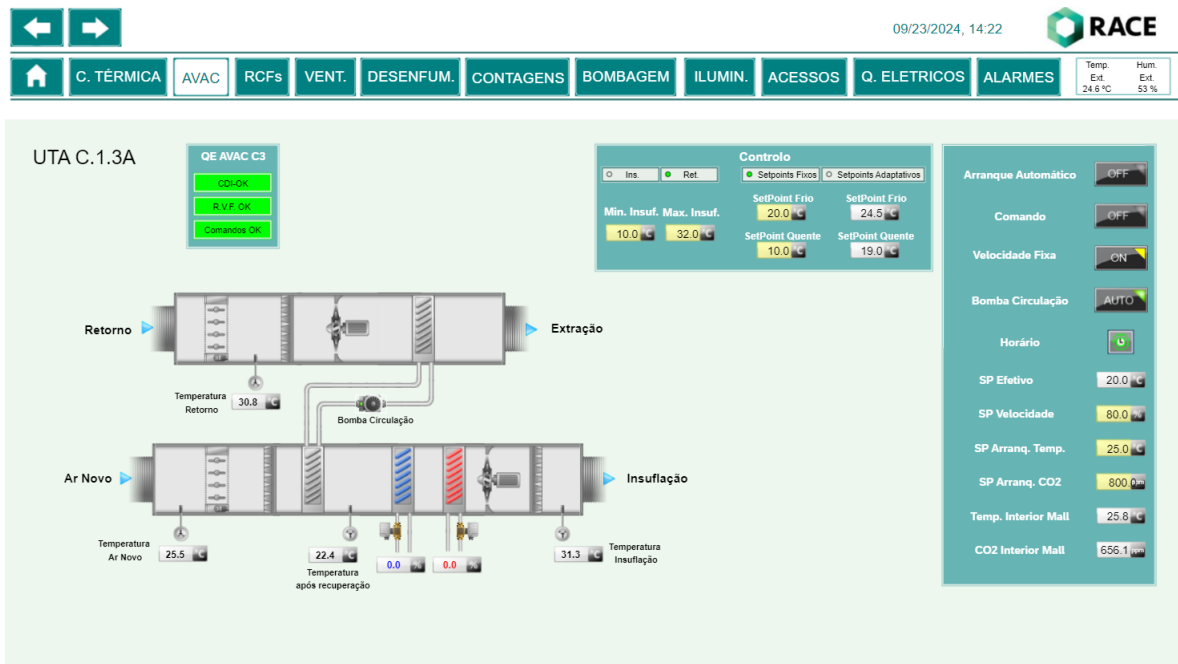


Figura 4.39: UTA com recuperação (Bomba circuladora).

- UTA com recuperação

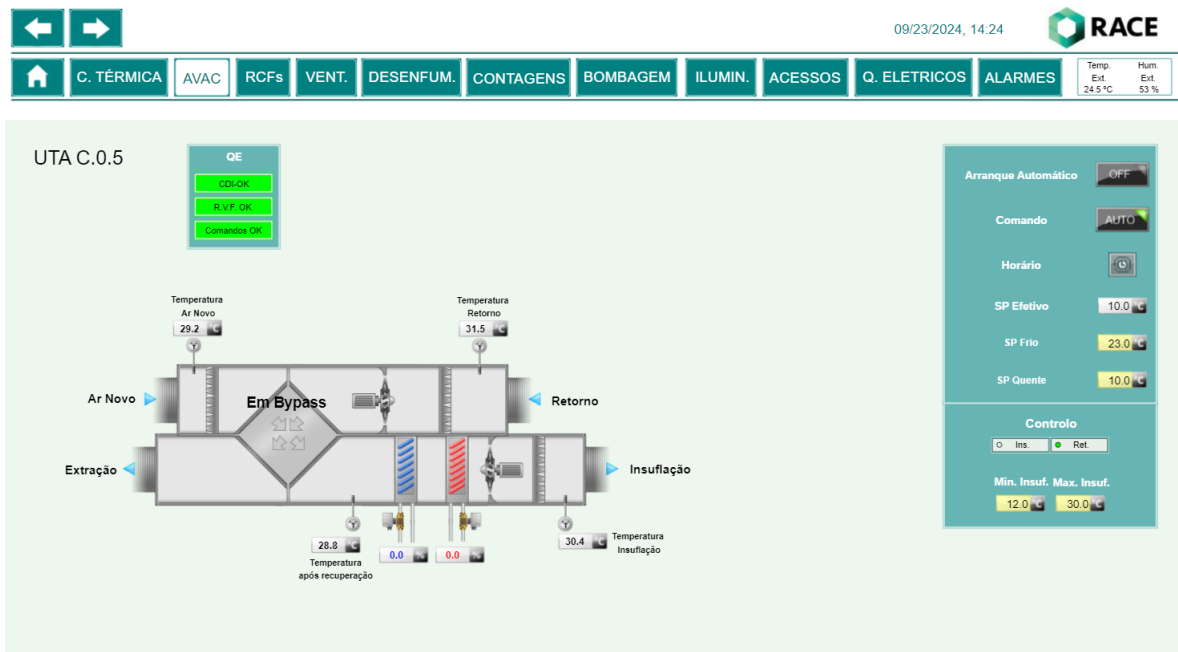


Figura 4.40: UTA com recuperação.

- UTA com roda térmica e *bypass*

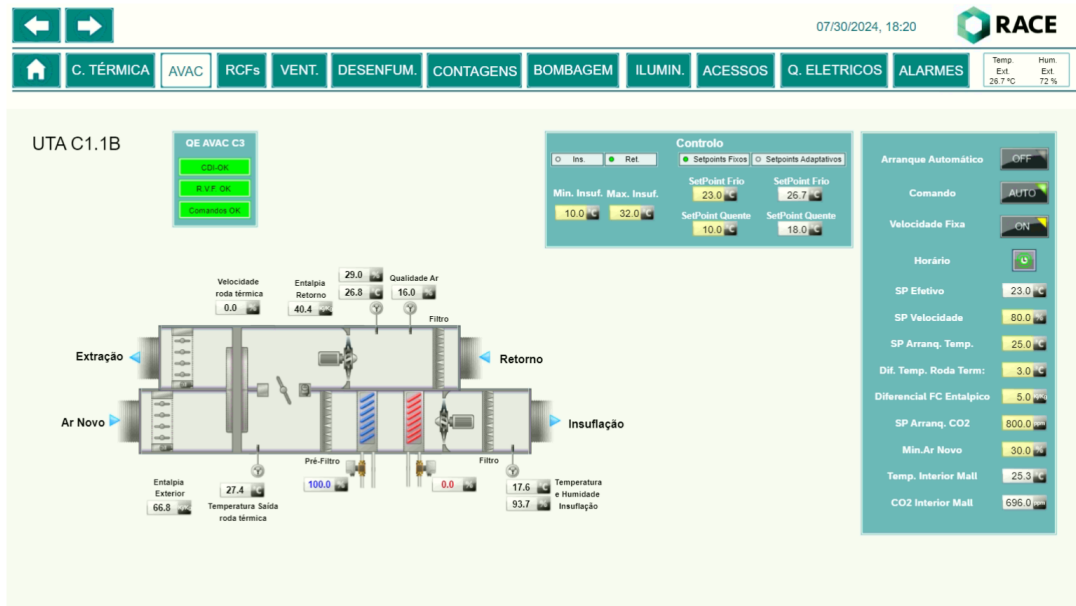


Figura 4.41: UTA com roda térmica e *bypass*.

No desenvolvimento de todas estas UTA existem várias partes importantes a referir, pela diferença para o descrito anteriormente. A principal novidade são os ventiladores com variador de frequência presentes dentro da UTA pois apesar do processo típico dos equipamentos de dois *bitmap*'s, as suas variáveis são comunicadas por MODBUS, levando a maior diversidade de informações que criaram a necessidade de haver um *popup* ao clicar no ventilador. Neste é apresentado estado, controlo, comutador, avaria, frequência, corrente, consumo e horas de funcionamento. Tudo isto é constituído da mesma maneira dos valores apresentados anteriormente e dos estados sendo a única diferença que as variáveis são linkadas da pasta MODBUS do respetivo quadro elétrico.

Em termos da estrutura da UTA trata-se apenas de vários *bitmap*'s com imagens de tubos e as respetivas entradas e saídas de ar assim como as baterias e respetiva tubagem. Algo um pouco diferente é a maneira como são criados os registos nas entradas ou saídas de ar, nestes têm-se um *bitmap* com a imagem correspondente depois associada a um *trigger* para os fazer aparecer, sendo que os fechados aparecem como a sua variável a 1 e os abertos também pois são sinais físicos separados.

Em termos da roda térmica é um equipamento como outros em termos de desenvolvimento mudando apenas a imagem, e depois todas as sondas, *setpoints* e botões são desenvolvidos da mesma forma que os anteriormente referidos. Os filtros são também imagens fixas que quando colmatados têm um aviso de alarme a aparecer através de um *bitmap* com um *mapping* associado. As áreas de influência com diversas cores são *drawing*'s do tipo polígono que permitem marcar uma figura com o número de lados necessários.

No que toca ao menu, o desenvolvimento dos botões e *setpoint's* a alterar porém surge aqui um conceito muito importante, a forma como os *setpoint's* são definidos. Existem os fixos escolhidos pelo utilizador como é visível pela *box* amarela, e apenas acontece uma comparação com a temperatura presente nas sondas. Já os adaptativos são definidos por algoritmo desenvolvido pela RACE de forma a conjugar vários fatores como a temperatura nos dias anteriores, temperatura nos próximos dias e a atual de forma a obter os *setpoint's* mais adequados em termos de conforto e consumo.



Figura 4.42: Página AVAC piso 0.

#### -RCFs

RCF servem para travar o fumo e fogo de se espalhar pelo edifício, através dos sistemas de ventilação. Para tal eles fecham dependendo da zona que está a arder, o incêndio é perceptível a partir de vários sinais de Corte de incêndio (CDI) que depois através da programação tomam ação numa determina zona. Os sinais de CDI são algo fundamental ao edifício e por isso estão visíveis em vários sinópticos assim como no desta página 4.43.



Figura 4.43: Página RCF piso 0.

Em termos de desenvolvimento, figura 4.43, todos os RCF são iguais entre si, sendo constituídos por 3 partes, uma para cada estado que assumem. Quando abertos ficam a verde a sua moldura e o círculo que indica a posição, o texto é o mesmo para as 3 cores onde se indica o nome do registo. Para a cor seguinte o amarelo têm se uma nova moldura e um novo círculo em termos de cor, com um *visible on condition* que é ativo quando a variável do registo aberto está a 0. Por fim, o vermelho mantém uma moldura e um círculo mas de cor vermelho onde é agora utilizado um *blink on condition* conectado ao sinal de fechado do registo, que fará piscar a vermelho o indicativo do registo quando o sinal fechado for a 1. O "código de cores" está também explicado no próprio sinóptico, visível na figura 4.43.

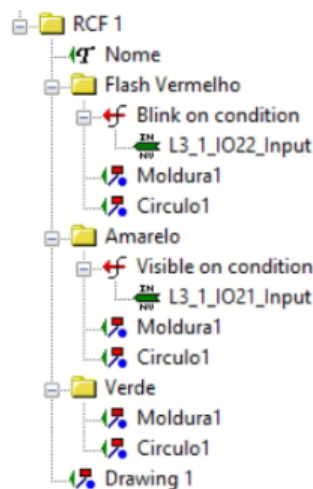


Figura 4.44: Desenvolvimento RCF.

### -Ventilação

Nestas páginas, figura 4.45 é possível interagir com a ventilação do *Shopping* onde se encontram ventiladores de insuflação, ventiladores de extração e UC. No desenvolvimento, figura , tanto dos VI como dos VE é criada uma estrutura para que a sua animação funcione diferindo apenas cada um deles no seu *popup*.



Figura 4.45: Página Ventilação piso 1.

De forma a desenvolver esta estrutura são criadas 3 partes, quando o ventilador está desligado ira aparecer apenas o descritivo com o seu nome, que é apenas um texto com um indicador da localização do ventilador. Quando está ligado graças a um *top visible on condition* substitui o descritivo e apresenta um *gif* com um ventilador a funcionar e mantém o nome por cima, tanto este como o descritivo dependem da variável de confirmação de funcionamento. Já o alarme depende da variável de disparo elétrico, que quando acontece sobrepõem-se a tudo com um *gif* do equipamento a piscar a vermelho.

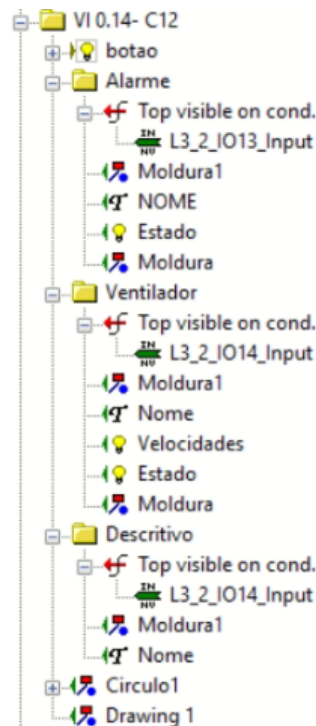


Figura 4.46: Desenvolvimento animação do ventilador.

Em termos de *popup* é desenvolvido como alguns anteriores e são todos muito semelhantes onde tem:

- M/0/auto
- Indicativo de horário
- Estado do comutador local
- Estado disjuntor proteção
- Estado do equipamento
- Em exclusivo nos VI's Estado do filtro

No que toca às UC não existem novidades de desenvolvimento, são apenas indicativos de localização que abrem um *popup* semelhante ao dos VE porém sem indicativo de horário que se encontra na página junto da planta e com o acrescento da temperatura da sala e *setpoint* para funcionamento da mesma.

#### **-Desenfumagem**

Um menu muito importante em termos de segurança pois aqui é monitorizável toda a ventilação que atua em caso de incêndio. A programação deste equipamento segue uma matriz de incêndio faz com que para cada CDI atuam certos ventiladores em certas velocidades e direções assim como abre e fecha alguns registos.

A animação dos Ventilador de extração desenfumagem (VED)'s e Ventilador de insuflação desenfumagem (VID)'s dos pisos superiores 0,1 e 2 é muito semelhante aos presentes no menu de ventilação, como é visível na figura 4.47. Os Ventilador de pressurização (VP)'s destes pisos são responsáveis por pressurizar escadas de forma a evitar o fumo e fogo em caso de incêndio. No desenvolvimento é tudo muito semelhante também apenas tendo um *popup* com mais conteúdos pois estes ventiladores têm comunicação MODBUS.

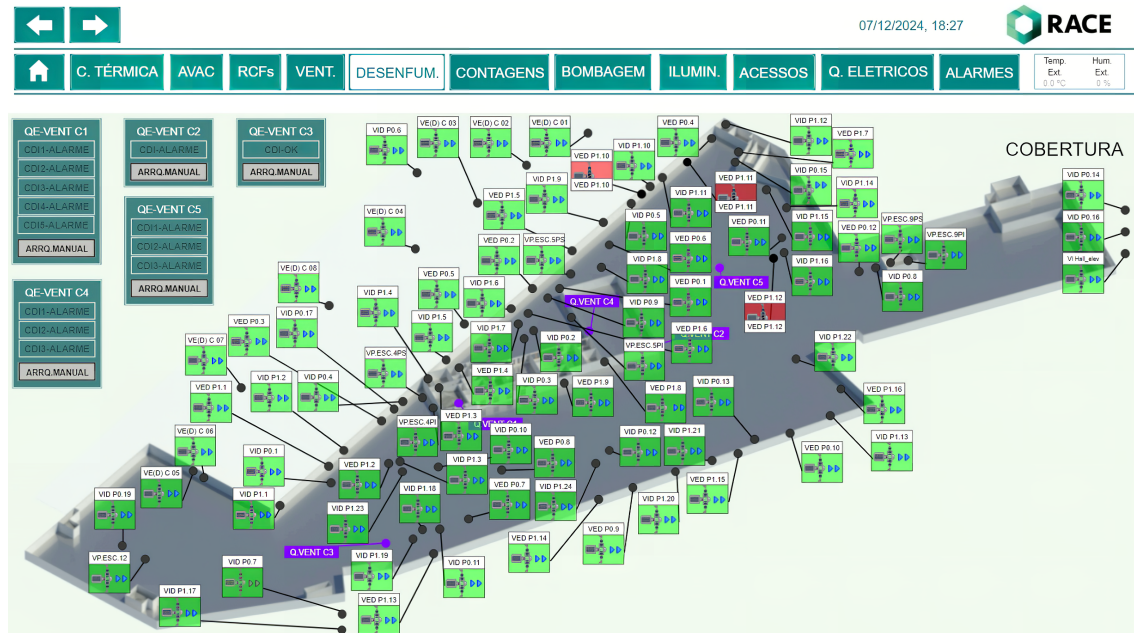


Figura 4.47: Página desenfumagem cobertura.

As claraboias são uma novidade exclusiva ao piso 1, onde têm indicada a sua localização e os menus para os eu controlo, figura 4.48. Sendo que em termos da sua criação não existe novidades a apontar a estes menus.



Figura 4.48: Claraboias.

Passando aos pisos negativos existem também muitos equipamentos e alguns pontos interessantes a abordar no que toca ao desenvolvimento desta parte, figura 4.49. Um deles passa pelos quadros de bombeiros que assim que um é acionado na botoneira fica visível no sinóptico e depois ao clicar nos mesmo é ainda possível abrir uma página dedicada a cada um deles, visível na figura 4.51. Para o desenvolvimento deste existem vários círculos com *color mapping* cada um associado a uma das opções do quadro. Dentro de cada página, figura 4.50 é replicada a mesma lógica e são utilizadas as mesmas variáveis porém em ponto maior de forma a ser possível ler a função de cada botão.

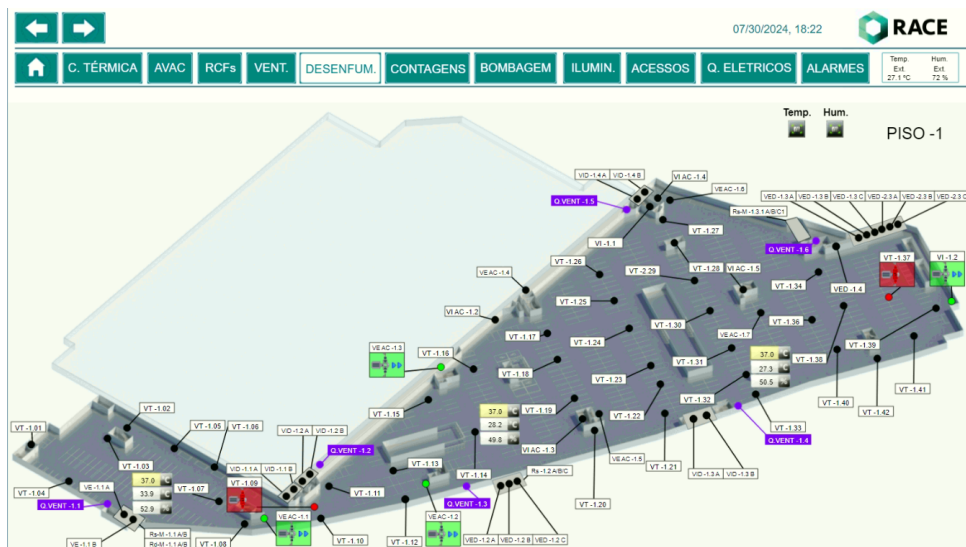


Figura 4.49: Página desenfumagem -1.

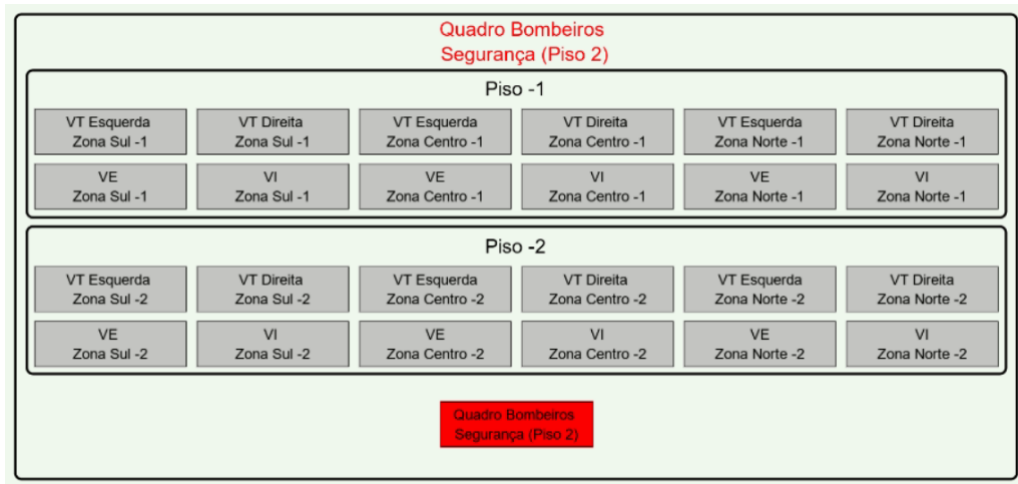


Figura 4.50: Quadro bombeiros.

Também existem avisos por zonas de incêndio que aparecem na respetiva zona, figura 4.51. Em termos de desenvolvimento é apenas um texto com moldura que fica visível

quando a variável de CDI vai a 0. Tal como estes é visível quando não estão dentro dos valores supostos sinais de CO e também falhas de comunicação dos quadros com indicativos no campo superior esquerdo.

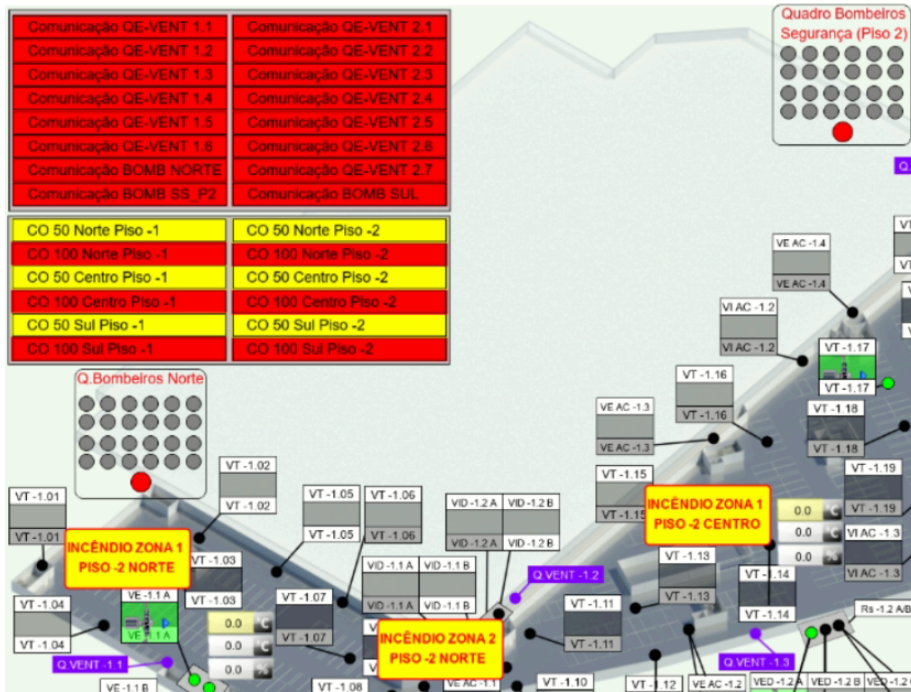


Figura 4.51: Avisos.

No que toca aos ventiladores em geral deste piso existem duas grandes diferenças, o *encoding* de 0 a 7, devido a estes terem várias velocidades e direções de funcionamento e ainda o *popup* de alguns onde surgem de áreas com registos e indicação da circulação de ar. Como é visível na figura 4.52 existem semelhanças com os ventiladores anteriores, mas não existe uma pasta de alarme pois não é um sinal separado. Está tudo junto nos *mapping's* dos estados e velocidades com uma correspondência para cada valor de 0 a 7.

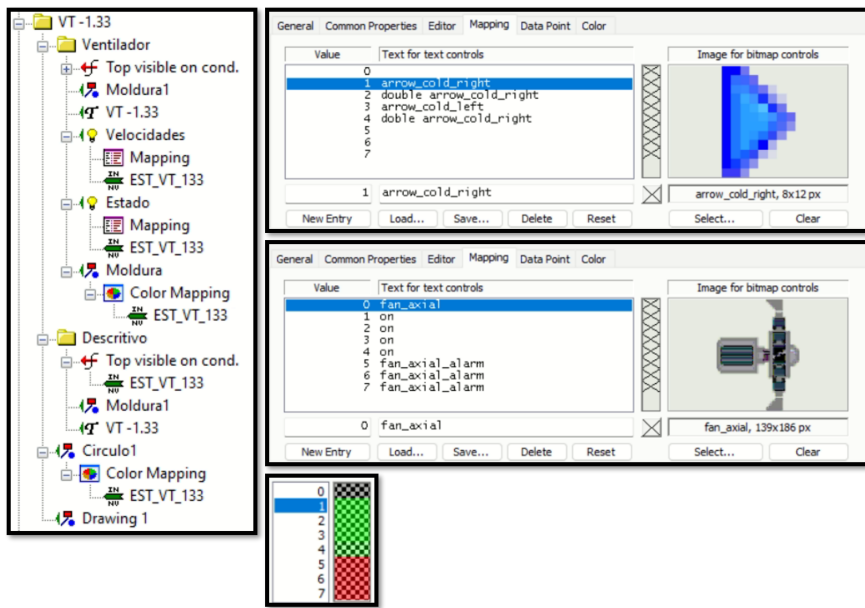


Figura 4.52: Desenvolvimento ventiladores pisos negativos.

A alguns destes ventiladores estão também associados *popup's*, figura 4.53, onde são visíveis os registos que influenciam o fluxo de ar criado por estes mesmos. No que toca ao desenvolvimento, os ventiladores voltam a estar presentes dentro do *popup* e são iguais aos dispostos na planta porém com uma orientação por vezes diferente. As setas de que emulam o circulçãod e ar são *bitmap's* com um *gif* associado e um *trigger* onde só aparecem se houver algum registo aberto e algum ventilador em funcionamento. os registo são apenas *drawing's* com um *color mapping* que os coloca a verde quando abertos, cinza quando fechados, laranja quando encravados e vermelho em caso de avaria. Sendo que o desenhos de fundo representa a sala onde estão são apenas uma imagem carregada.

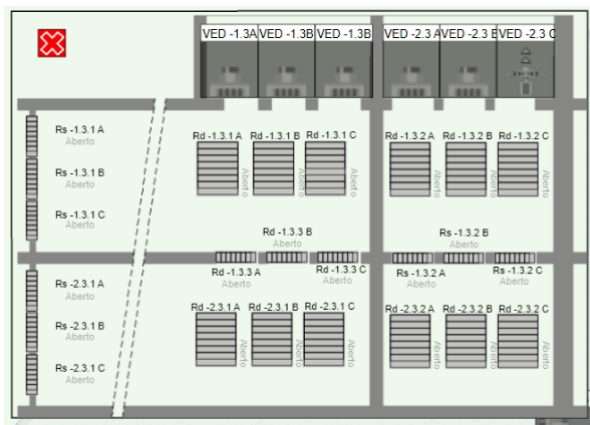


Figura 4.53: Exemplo *popup* dos registos de desenfumagem.

### -Bombagem

Nesta secção aparecem os diversos depósitos de água presentes no edifício. Existindo 7 depósitos e ainda água de rede, os depósitos são os seguintes:

- Água potável
- Água não potável:
  - Torres de arrefecimento
  - Sanitários
  - Rega
  - Bruta
  - Incêndio 1
  - Incêndio 2

Para o desenvolvimento é utilizado pela primeira vez uma *bar* para uma animação que torne fácil visualizar o nível num tanque, configurada no menu da figura 4.54. Na zona lateral os textos que indicam o nível aparecem com um *trigger* associado ao seu sinal, sendo que não existe o sinal para o nível "OK" ele apenas aparece quando nenhum dos outros níveis tem sinal.

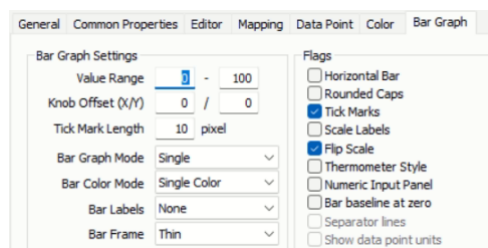


Figura 4.54: Configuração barra.

No restante, presente na figura 4.55, é observável vários equipamentos já presentes noutros sinópticos como tubagem, válvulas, *setpoints's* e botões.

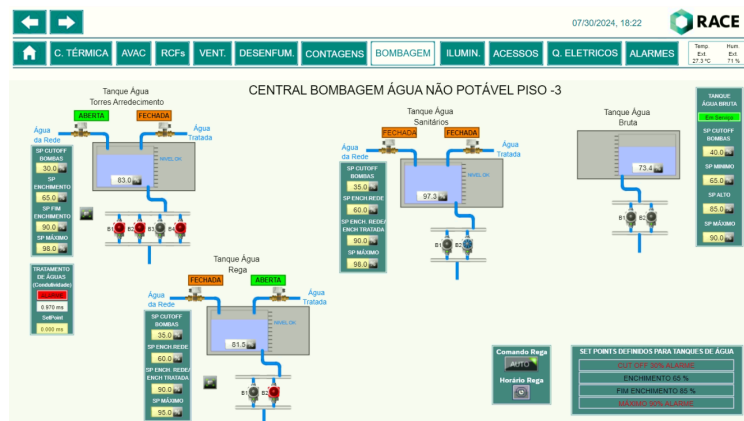


Figura 4.55: Página água não potável piso -3.

### -Iluminação

Numa instalação de grande dimensão existem diversos pontos de iluminação espalhados, pelo que o SGTC irá controlar individualmente cada circuito de lâmpadas. Criando a possibilidade de funcionarem por horário ou serem ligadas e desligadas na HMI.

Para maior facilidade de interação, a planta tem indicativos com o estado dos diversos quadros de iluminação, figura 4.56, que ao serem clicados abrem as páginas de controlo dos respetivos circuitos, figura 4.57.

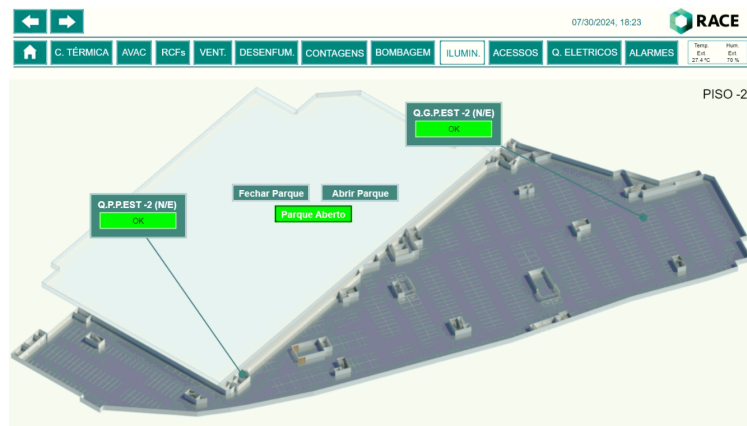


Figura 4.56: Página iluminação piso -2.

Em termos de desenvolvimento existem muitos elementos já falados, no que toca à página das plantas apenas a destacar os botões de abrir e fechar os parques que tal como muitos anteriormente referidos é um *bitmap* configurado para enviar sempre o mesmo valor ao clicar, logo o de fechar envia 0 e o de abrir 1. Em cada um deles estão linkados os horários de todos os circuitos do piso referente com permissão de escrita assim como no indicador central, este diz se o parque está aberto ou fechado através de uma operação lógica AND entre todas as variáveis de horário de iluminação do respetivo piso.

No que toca à página onde é possível interagir com os circuitos de iluminação diretamente, está presente um botão de manual/0/Auto, um indicativo de horário e o indicador de estado com o respetivo alarme de *feedback*. Se no que toca aos botões os eu desenvolvimento já foi explicado ao longo do documento, porém no cimo de cada quadro é visível o disjuntor e o diferencial que são *bitmap's* com mapping's, com as respetivas imagens. Sendo que 0 é o disjuntor aberto e 1 fechado assim como o diferencial, desta forma em caso de por exemplo corte errado de um fio é mais facilmente identificável o problema pois o sinal do disjuntor estaria sempre aberto.

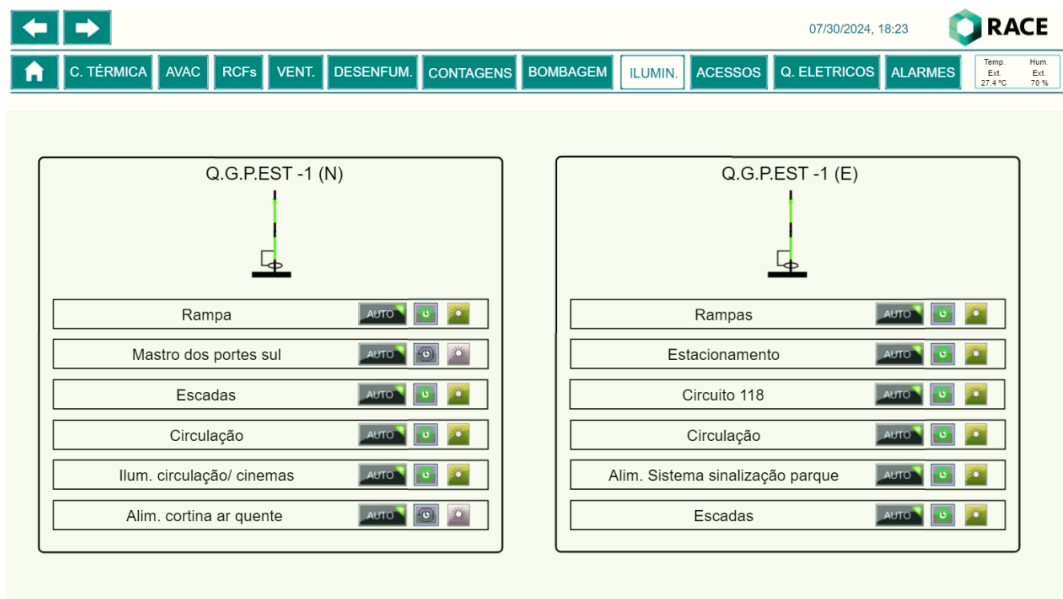


Figura 4.57: Página QGPEST -1.

#### -Acessos

Como é típico destas superfícies comerciais existem diversas entradas e saídas hoje, que merecem também um menu no sistema de supervisão. Aqui não existe propriamente controle, apenas capacidade de monitorizar alguns sinais:

- Elevadores/monta Cargas:
  - Porta aberta;
  - Porta fechada;
  - Manutenção;
  - Pessoa/porta presa;
  - Alarme;
  - Avaria.
- Escadas/tapetes Rolantes:
  - Subida;
  - Descida;
  - Avaria;
  - Paragem de emergência.
- Porta Automática
  - Avaria;
  - Aberta;

– Fechada.

Para tal são criadas as animações visíveis nas figuras 4.59 e 4.58, através de um *bitmap* com *mapping* para cada sinal que a 0 não tem nenhuma imagem e a 1 uma imagem respetiva ao que está a acontecer que se sobrepõem á imagem "default" já presente que é normalmente do equipamento parado.

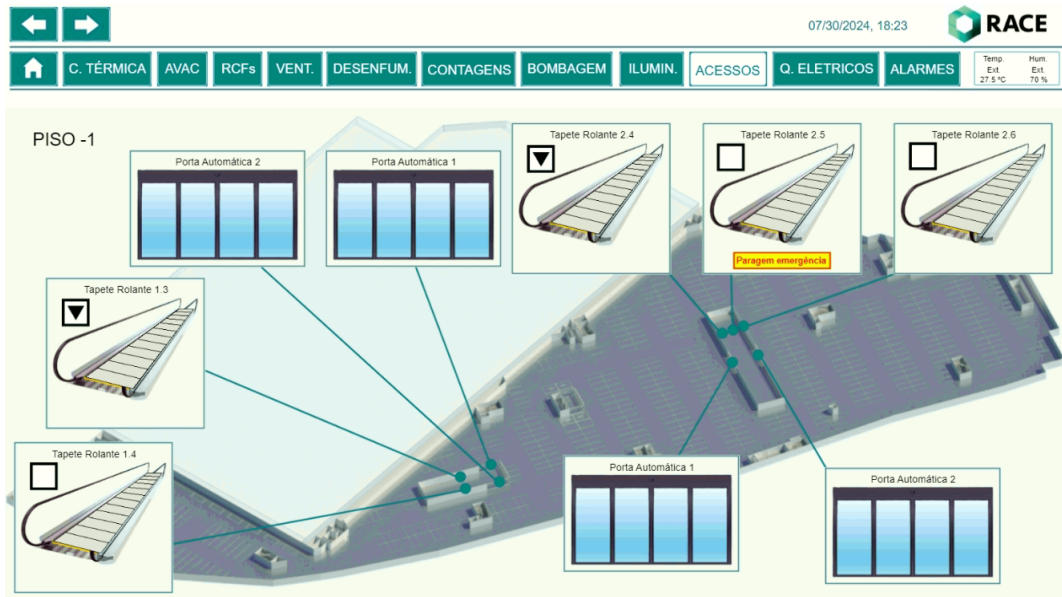


Figura 4.58: Página acessos piso -1.

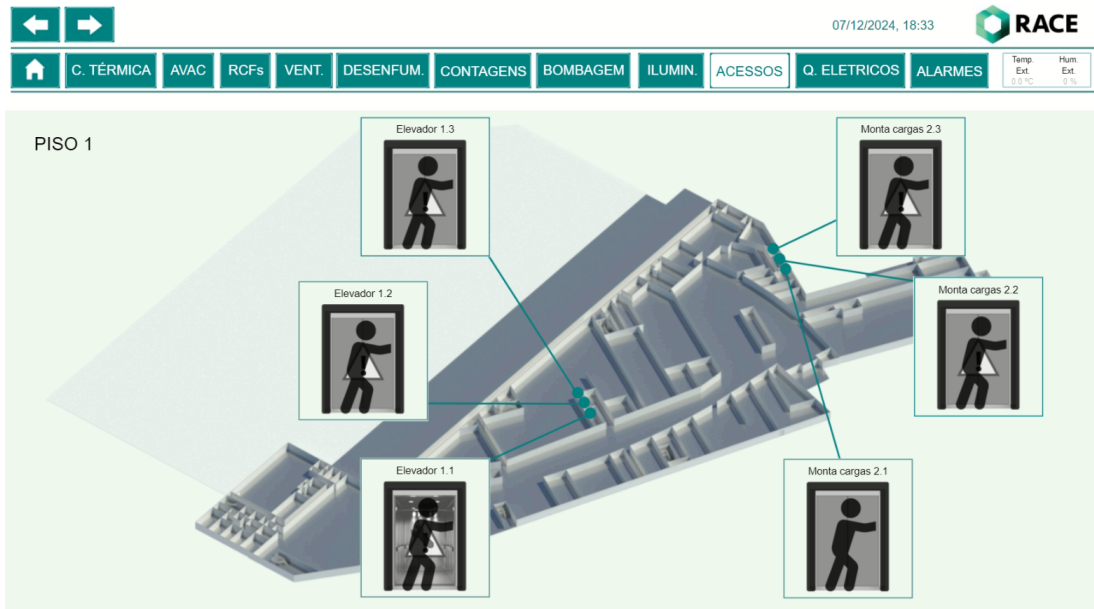


Figura 4.59: Página acessos piso 1.

## -Quadros Elétricos

Tal como iluminação tem disjuntores e diferenciais, para além disso ainda tem vários sinais físicos que estarão disponíveis para visualizar o estado. Como na iluminação existe uma indicação na planta, figura 4.60, que após clicar abre a página do quadro em si (figura 4.61), onde é visível tanto os disjuntores como os sinais.



Figura 4.60: Página Quadros elétricos piso -1.

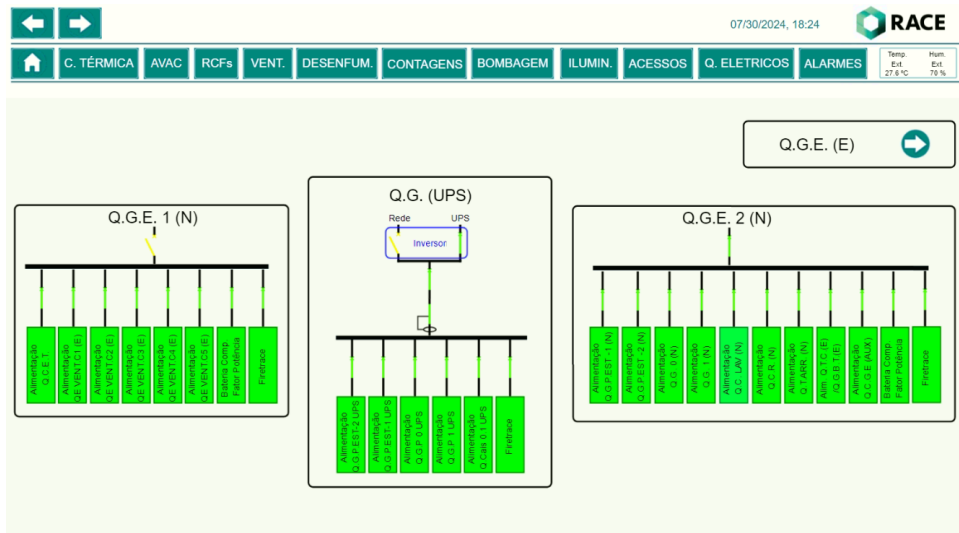


Figura 4.61: Página QGE -1.

Em termos de disjuntores e diferenciais são desenvolvidos exatamente como como nas páginas de iluminação, para cada sinal o contacto eléctrico é também um *bitmap* com dois estados, 0 fechado e 1 aberto representados por duas imagens. Há ainda o retângulo a indicar o sinal que tem um *color mapping* que faz com que o retângulo fique verde a 0 e 1 laranja.

#### -Alarmes

O ultimo botão da barra de navegação leva o utilizador á pagina de alarmes (figura 4.62), onde há uma compilação de todos os sinais programados para dar *trigger* a um alarme. Desta forma é possível visualizar uma espécie de síntese de todos os problema e ainda dá-los como resolvidos, botão ACK, de forma a ir limpando da página os alarmes já conhecidos ou intervencionados.

Temp Est.	Hum Est.
26.6 °C	72 %

30.07.24 18:12:05	AVARIA TAPETE ROLANTE 1.4 NORTE PISO -1	ACK
30.07.24 17:55:21	ALARME BOMBA 1 TORRES ARREFECIMENTO PISO -3	ACK
30.07.24 17:35:41	ALARME BOMBA 1 TORRES ARREFECIMENTO PISO -3	
30.07.24 16:09:17	ALARME GERAL MONTA CARGAS 2.3	
30.07.24 14:14:29	AVARIA GÉNÉRICA QUADRO REGA PISO -3	
30.07.24 10:07:15	ALARME FEEDBACK Q.PPEST-2(E) ILUM. DEC.	
29.07.24 17:06:41	QE AVAC 1.1 - VE RES 1 - Disparo de Protecção	
29.07.24 13:45:55	PARAGEM DE EMERGENCIA TAPETE ROLANTE 2.5	
29.07.24 13:45:45	PARAGEM DE EMERGENCIA TAPETE ROLANTE 2.2 SUL PISO -2	
26.07.24 19:19:30	DISPARO PROTECÇÃO VID-C0.13 QE-VENT C2	
26.07.24 19:19:28	DISPARO PROTECÇÃO VID-C0.12 QE-VENT C2	
24.07.24 11:31:53	MONTA CARGAS 2.2 EM MANUTENÇÃO	
23.07.24 07:41:13	Q.G.0 (N) DEFEITO GERAL	
23.07.24 07:41:13	Q.P.0 (E) DISPARO DE DIJUNTOR	

Figura 4.62: Página Alarmes.

De forma a ajudar os operacionais que têm como responsabilidade manutenção e monitorização do edifício, foi criado um sinal sonoro que toca sempre que surgir um novo alarme, assim como é exibido um pequeno indicativo com o numero de alarmes no canto superior direito do botão que encaminha a esta página.

Para o desenvolvimento da lista de alarmes foi apenas adicionado uma *alarm list* e depois configuradas algumas cores e opções. Sendo que a esta lista são linkadas as variáveis de alarmes de todos os quadros do SGTC.

Já para o *buzzer* existem duas partes a configurar, primeiramente nos *global objects* é necessário fazer um *update* de uma variável de sistema que guarda o numero de alarmes da instalação, na parte inferior da figura 4.63. Para tal, é usada uma fórmula que soma o número de alarmes ativos de cada quadro.

Em segundo através de um *bitmap* invisível é adicionado um *sound buzzer* que irá soar sempre que a variável conectada for superior a 0. E foram feitas configurações em termos de duração de som e timbre.

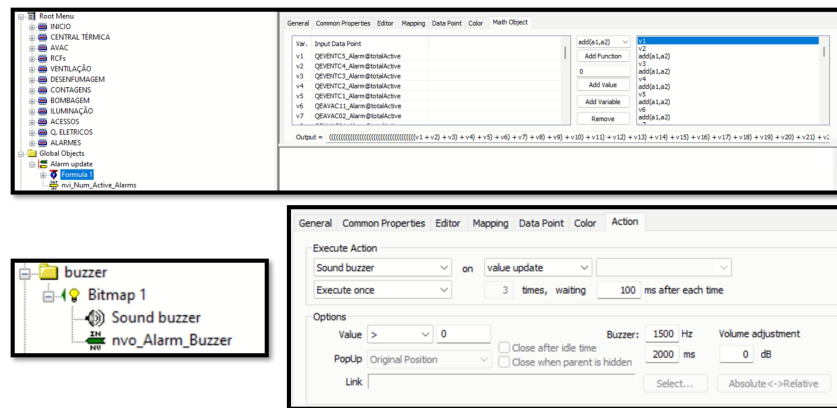


Figura 4.63: Desenvolvimento som por novo alarme.

### 4.3 Trabalho remoto

Devido a haver uma distância física considerável entre a RACE e o LeiriaShopping, mais concretamente 200km que demoram cerca de 2h a percorrer de automóvel. De forma a contornar esta barreira, foi utilizado o *AnyDesk* (figura 4.64), uma ferramenta que permite controlar remotamente outro computador.



Figura 4.64: *AnyDesk* [24].

Desta forma, na maioria das vezes, a partir do escritório foi possível ir atualizando a versão na instalação a medida do desenvolvimento do projeto e de forma a acompanhar a renovação dos quadros elétricos. Sendo que aconteceram na mesma deslocações em casos de situações mais críticas.

Para além de permitir tudo isto, ainda facilitou em termos de ajudar quem opera no sistema a tirar dúvidas e a efetuar pequenas alterações de forma a melhorar a experiência desses utilizadores.

## 4.4 Benefícios da renovação

Um projeto de tamanha dimensão de forma a renovar o SGTC, necessita de trazer obviamente múltiplos benefícios para justificar a mudança, são eles:

- Maior capacidade de processamento dos diversos controladores;
- Fim de certos limites em termos de *datapoints* virtuais (variáveis usadas na programação mas não correspondentes a sinais físicos);
- Fim da limitação do número de horários possíveis de criar e utilizar na supervisão;
- Compatibilidade com sistemas operativos atuais como Android, Windows 11 ou iOS, possibilitando uma interação através de múltiplos dispositivos dos vários tipos ou até mesmo de um *browser*;
- Conseguir que o sistema esteja conectado à Internet, facilitando acessos remotos até mesmo em termos de necessidade de assistência técnica;
- O *hardware* mais atual permite compatibilidade com os diversos dispositivos Loytec e até de outras marcas para integração, tornando possível muito mais facilmente uma expansão ou *upgrade* ao sistema, que antes já não era possível por estar presente um hardware descontinuado.

## Capítulo 5

# Conclusões

A HMI desenvolvida foi completamente renovada e encontra-se funcional no SGTC do LeiriaShopping. Assim, numa primeira instância, o trabalho realizado envolveu um contacto com conceitos base e soluções comerciais dentro esta área em específico de forma a compreender o que será implementado. Sendo ainda analisados outros projetos da RACE assim como o sistema antigo do LeiriaShopping de forma a tentar manter alguma coerência para facilitar a utilização desta nova HMI.

Após todo o desenvolvimento é visível uma HMI que permite agora uma variadíssima gama de novas possibilidades, uma melhor usabilidade e maior acessibilidade devido à possibilidade de acesso multi dispositivo. Para além disso o novo SGTC apresenta uma maior capacidade de processamento, uma assistência técnica mais fácil e rápida e ainda deixar a capacidade para expansões e novidades.

Tendo tudo o referido previamente em conta, o objetivo principal foi cumprido ao haver uma HMI funcional, assim como renovada e com novas funcionalidades, abrindo ainda a possibilidade de reaproveitar certas partes para futuros projetos noutros edifícios. Claro que no processo surgiram dificuldades, com a utilização de um *software* próprio da marca de controladores e também pela vasta dimensão e complexidade do projeto, mas por fim foi possível dar resposta ao problema que originou o projeto.

## 5.1 Trabalho Futuro

Como trabalho futuro aponta-se a instalação e integração de um sensor de contagem automática de entrada e saída de pessoas, como existe, por exemplo, nos festivais, de forma a conseguir apresentar, na supervisão, dados como número de pessoas atualmente no edifício, tráfego diário, etc.

Após uma experiência enriquecedora durante o estágio e a integração neste projeto, no futuro, é expectável a integração em mais projetos desta envergadura e ainda maiores com a RACE, visto que a partir de setembro passei a ser colaborador da empresa. Com o desenvolvimento de mais projetos, espera-se também alargar mais o espectro dentro dos projetos passando não só a desenvolver a parte da supervisão mas também a programação dos controladores, de forma a alargar a experiência profissional na área da automação.

# Referências

- [1] “Soluções de engenharia de valor acrescentado race.” <https://www.race.com.pt/pt>. (Accessed on 03/15/2024). [Citado na página 2]
- [2] M. P. S. S. E. S. Arfit Contimetra Domebus Dosopac Domótica SGTA Easy Control Geoterme and StrongCharon, *Guia Técnico SACE*. Lisboa: Europress, Lda, 2022. [Citado nas páginas 5, 6, 10, 11, 12 e 13]
- [3] P. A. Gonçalves, *Desenvolvimento de um sistema SCADA para Telegestão de sistemas de águas potáveis e residuais*. PhD thesis, Universidade de Aveiro, 2021. [Citado nas páginas 6 e 7]
- [4] A. R. R. da Silva, *Sistema de Gestão Técnica do Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores*. PhD thesis, Universidade de Coimbra, 2019. [Citado nas páginas 6 e 7]
- [5] “HMI | Operator Interfaces | USA — us.idec.com.” <https://us.idec.com/idec-us/en/USD/Operator-Interfaces/HMI/c/HMI>. [Accessed 09-02-2024]. [Citado nas páginas vii e 7]
- [6] infomedia, “SCADA Basics: What are SCADA and Telemetry? | Revere — reverecontrol.com.” <https://www.reverecontrol.com/scada-basics-what-are-scada-and-telemetry/>. [Accessed 09-02-2024]. [Citado nas páginas vii e 8]
- [7] S. Seyam, “Types of hvac systems,” *HVAC System*, 2018. [Citado nas páginas 8 e 9]
- [8] H. Mirinejad, S. H. Sadati, M. Ghasemian, and H. Torab, “Control techniques in heating, ventilating and air conditioning (hvac) systems,” *Journal of Computer Science*, vol. 4, pp. 777–783, 2008. [Citado nas páginas 8 e 9]
- [9] “Hvac – explore the trades.” <https://explorethetrades.org/what-we-do/education/hvac/>. (Accessed on 02/09/2024). [Citado nas páginas vii e 9]
- [10] I. ProSoft Technology, “Modbus TCP/IP to BACnet MS/TP or BACnet/IP QuickServer Gateways - ProSoft Technology, Inc. — prosoft-technology.com.” <https://www.prosoft-technology.com/Products/Gateways/Building-Automation-Systems/>

- Modbus-TCP-IP-to-BACnet-MS-TP-or-BACnet-IP-QuickServer-Gateways. [Accessed 09-02-2024]. [Citado nas páginas vii e 10]
- [11] “IIoT Software — solisplc.com.” <https://www.solisplc.com/tutorials/iiot-software>. [Accessed 09-02-2024]. [Citado nas páginas vii e 13]
- [12] “OCPP - OPEN CHARGE POINT PROTOCOL — forumve.com.” <https://www.forumve.com/forum/viewtopic.php?t=1872>. [Accessed 27-11-2023]. [Citado nas páginas vii e 14]
- [13] “Gestão de edifícios bms | schneider electric portugal.” <https://www.se.com/pt/pt/work/products/building-management/>. (Accessed on 02/12/2024). [Citado na página 16]
- [14] “Schneider electric reforça oferta do ecostruxure building - revista o electricista.” <https://www.oelectricista.pt/schneider-electric-reforca-oferta-do-ecostruxure-building/>. (Accessed on 02/12/2024). [Citado nas páginas vii e 16]
- [15] “Sistema desigo - sistemas de automação e controle de edifícios - siemens global.” <https://www.siemens.com/global/en/products/buildings/automation/desigo.html>. (Accessed on 02/12/2024). [Citado na página 16]
- [16] “Desigo system - building automation and control systems - siemens global website.” <https://www.siemens.com/global/en/products/buildings/automation/desigo.html>. (Accessed on 02/12/2024). [Citado nas páginas vii e 17]
- [17] “Metasys® building automation systems - bas | johnson controls.” <https://www.johnsoncontrols.com/building-automation-and-controls/building-management/building-automation-systems-bas>. (Accessed on 02/12/2024). [Citado na página 17]
- [18] “Metasys-basic-operator - metasys-operator-training.” [https://main.hvacrstore.net/product?catalog=410\\_MetasysBasicOp](https://main.hvacrstore.net/product?catalog=410_MetasysBasicOp). (Accessed on 02/15/2024). [Citado nas páginas vii e 18]
- [19] T. Muick, “Home — loytec.com.” <https://www.loytec.com/>. [Accessed 11-12-2023]. [Citado nas páginas 18 e 19]
- [20] “L-STUDIO 3 Engineering Tool — loytec.com.” <https://www.loytec.com/products/software/5996-1-studio-3>. [Accessed 09-02-2024]. [Citado nas páginas vii e 19]

- 
- [21] “Leiria shopping - engexpor.” <https://engexpor.com/projeto/leiria-shopping/>. (Accessed on 02/15/2024). [Citado nas páginas vii, 21 e 22]
- [22] “Fcm - projetos - centro comercial leiriashopping.” [https://www.fcm.pt/projeto/123/centro\\_comercial\\_leiriashopping](https://www.fcm.pt/projeto/123/centro_comercial_leiriashopping). (Accessed on 02/16/2024). [Citado na página 21]
- [23] “Leiriashopping abre dia 25 de março – região de leiria.” <https://www.regiaodeleiria.pt/2010/01/leiriashopping-abre-dia-25-de-marco/>. (Accessed on 02/16/2024). [Citado na página 21]
- [24] “Anydesk - impordata, lda..” <https://www.impordata.pt/anydesk/>. (Accessed on 07/29/2024). [Citado nas páginas ix e 71]