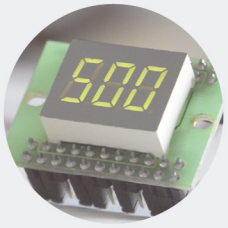
INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO

MESTRADO EM ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA - SISTEMAS ELÉCTRICOS DE ENERGIA



Projeto Elétrico e de Gestão Técnica Centralizada de uma Unidade Hospitalar

ERICH MIGUEL OLIVEIRA ALMEIDA DA GAMA

Outubro de 2018

POLITÉCNICO
DO PORTO

PROJETO ELÉTRICO E DE GESTÃO TÉCNICA CENTRALIZADA DE UMA UNIDADE HOSPITALAR

Erich Miguel Oliveira Almeida da Gama

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

2018

Relatório elaborado para satisfação parcial dos requisitos da Unidade Curricular de DSEE - Dissertação do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

Candidato: Erich Miguel Oliveira Almeida da Gama, Nº 1121457, 1121457@isep.ipp.pt

Orientação científica: Custódio João Pais Dias, cpd@isep.ipp.pt

Empresa: ASL & ASSOCIADOS, LDA.

Supervisão: Ana Ramalho, ana.ramalho@aslassociados.com

Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

2018

Ao meu avô António Almeida da Gama

Agradecimentos

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à ASL & ASSOCIADOS, LDA. por ter aceite a realização da minha dissertação durante o meu período de estágio profissional.

Ao Prof. Dr. Eng. Custódio Dias, ao Eng.º Domingos Santos e à Eng.ª Ana Ramalho por terem partilhado conhecimentos e conteúdos importantes para a elaboração deste projeto.

Por último, um sincero obrigado à minha família, em especial aos meus pais, pela paciência e apoio incondicional, ao longo do meu percurso académico.

Resumo

Na presente dissertação foi elaborado um projeto elétrico de uma clínica médica com 3900m^2. Constituída por 3 pisos, rés-do-chão que é composto pelo acesso à clínica, zonas de circulação e espera, diversos gabinetes médicos, sala de operações, tratamento e recuperação, instalações sanitárias e zonas técnicas. O piso 1 é constituído somente por um patamar intermédio de acesso ao piso 2 e uma zona técnica. No piso 2 localiza-se o ginásio terapêutico, gabinetes médicos, zonas técnicas e ainda instalações sanitárias. Associado ao projeto elétrico desenvolveu-se o projeto de Gestão Técnica Centralizada (GTC), em conjunto com uma solução de iluminação controlada pelo protocolo *Digital Adressable Lighting Interface* (D.A.L.I.).

A clínica em questão é composta por bloco operatório e várias máquinas que necessitam de alimentação a energia socorrida, deste modo foram projetadas fontes de alimentação ininterruptas (*Uninterruptible Power Supply*-UPS) para a Sala de Operações, uma outra para socorrer tomadas e equipamentos distribuídos pela clínica e ainda uma UPS para garantir o funcionamento dos equipamentos de desenfumagem. Foi também preconizado um grupo gerador destinado aos circuitos considerados prioritários e/ou de emergência de modo a garantir a alimentação de energia em caso de falha de abastecimento normal de eletricidade.

Para fácil monotorização de todos os sistemas e órgãos vitais do edifício foi elaborado o projeto de GTC. Este tipo de sistema é um instrumento que ajudará a estabelecer, adaptar e readaptar, estratégias operacionais, de modo a facilitar e satisfazer, com eficiência, as reais necessidades da clínica. O sistema deverá possuir um posto de supervisão com capacidade suficiente para a manipulação da informação requerida, baseada numa arquitetura servidor/cliente com capacidade de armazenamento de históricos, eventos e alarmes, de modo a que permita ao utilizador do sistema de GTC local ou remotamente através da internet, o acesso ao controlo e gestão de energia de todos os componentes do edifício ligados aos servidores de automação de cada rede local que o compõe.

No sentido de se obter uma elevada eficiência energética, no que diz respeito à iluminação, optou-se por fazer o controlo da mesma através da tecnologia D.A.L.I.. Com este tipo de interface é possível ligar, desligar e regular a luz, assim como automatiza-la, sendo ainda

possível regular o fluxo luminoso e programar diferentes cenários para diferentes alturas do dia, aproveitando assim da melhor forma as demais distintas áreas de ocupação da clínica.

Com a realização dos aspetos anteriormente referidos, foi possível adquirir conhecimentos relativamente à complexidade associada aos diversos sistemas. Essa perceção foi motivada pela consulta dos dados técnicos dos diferentes produtos e materiais, da aplicação de todos os componentes e finalizada com os resultados obtidos no projeto final. Desta forma, permitiu esclarecer questões pouco evidenciadas durante o meu percurso universitário.

Palavras-Chave

Clínica médica, D.A.L.I., Gestão Técnica Centralizada, Grupo Gerador, UPS.

Abstract

On the present dissertation it was elaborated an electric project of a medical clinic with 3900m^2. Consisting of 3 floors, ground floor that includes the clinic entrance, waiting and circulation zones, medical offices, surgery room, treatment and recovery room, sanitary facilities and technical areas. The first floor consists of an intermediate baseline where there is a technical area and the access to the second floor. On the second floor is the therapeutic gym, medical offices, technical areas and sanitary facilities. Associated with the electrical project was developed the Building Management System (BMS) project, together with a lighting solution controlled by Digital Addressable Lighting Interface protocol (D.A.L.I.).

The clinic is comprised of an operating room and several machines that need to be supplied by assisted energy. In this way, Uninterruptible Power Supply (UPS), has been projected for the operating room, another to rescue plugs and equipment distributed by the clinic and a UPS to ensure the operation of the smoke extraction. A generator was also planned for priority and emergency circuits to guarantee the power supply in case of a normal electricity supply failure.

For monitoring all the vital systems of the building were elaborated the BMS project. This type of system is an instrument that helps to establish, adapt and readapt the exchange settings, to efficiently facilitate and satisfy the real clinical needs. The system must reserve a supervision point with a system for data communication, events and alarms, in a way that can be used by the local BMS system or remotely through the internet.

In order to achieve high energy efficiency, in terms of lighting, it was decided to control it through DALI technology. With this type of interface it is possible to switch on, switch off and regulate the light, it is still possible to regulate the luminous flux and to program different scenarios for different heights of the day, thus taking advantage of the different occupancy areas of the clinic.

With the achievement of the above mentioned aspects, it was possible to acquire knowledge regarding the complexity associated with the various systems. This perception was motivated by the consultation of the technical data of different products and materials, the application of all the

components and finalized with the results obtained in the final project. In this way allowed clarifying issues less evidenced during my academic course.

Keywords

Medical clinic, DALI, Building Management System, Generator, UPS.

Índice

Agradecimentos v

Resumo vii

Abstract ix

Índice xi

Índice de Figuras xv

Índice de Tabelas xvii

Acrónimos xix

4 Introdução 1

1.1. Contextualização 1

1.2. Objetivos 1

1.3. ASL & ASSOCIADOS, LDA. 2

1.4. Estrutura do Trabalho 3

2. Estado da Arte 5

2.1. Projeto Elétrico 5

2.1.1. Definição 5

2.1.2. Como se realiza 6

2.1.3. Disposições regulamentares 9

2.2. Projeto de GTC 19

2.2.1. Enquadramento 19

2.2.2. Como se realiza 23

2.2.3. Aplicações 25

2.2.4. Disposições regulamentares 26

2.3. Protocolos de Comunicação Utilizados 28

2.3.1. KNX 28

2.3.1.1. Vantagens e principais características 28

2.3.2. DALI 29

2.3.2.1. Vantagens 29

2.3.2.2 Principais características 31

3. Caso de Estudo 33

3.1. Descrição do Edifício 33

3.2. Análise e levantamento de necessidades 34

3.3. Projeto Elétrico 36

3.3.1. Distribuição e Alimentação de Energia 36

3.3.2. Regime de Ligação à Terra 40

3.3.3. Canalizações 41

3.3.4. Quadros Elétricos 42

3.3.5. Cortes de Energia 45

3.3.6. Tomadas e Equipamentos 46

3.3.7. Iluminação 47

3.3.8. Dimensionamento 48

3.4. Projeto de GTC 50

3.4.1. Arquitetura do SGTC 50

3.4.2. Lista de pontos 54

3.4.3. Equipamentos 55

3.4.4. Software 57

3.4.5. Quadros Elétricos 59

3.4.6. Cabos de Ligação ao SGTC 60

3.5. Protocolos de Comunicação Utilizados 61

3.5.1. Estudo Luminotécnico 61

3.5.2. Estrutura do sistema DALI 65

3.5.3. Equipamento 68

3.5.4. Cabos de Ligação 73

4 Conclusão 75

4.1. Considerações Finais 75

4.2. Desenvolvimentos Futuros 75

5 Referências Bibliográficas 77

Índice de Figuras

Figura 1 - Logótipo da ASL & ASSOCIADOS, LDA 2

Figura 2 – Classificação das Instalações Elétricas **(DL n.º 96/2017)**[4] 6

Figura 3 – Esquema de Ligação ao Neutro IT[8] 14

Figura 4 – Arquitetura funcional de um SGTC[14] 23

Figura 5 – Arquitetura estrutural do SGTC[14] 25

Figura 6 – Conceção e Implementação do SGTC [15] 26

Figura 7 – Exemplo de um QGBT[27] 36

Figura 8 – UPS trifásica da série NS3000 da GTEC[28] 37

Figura 9 – Grupo Eletrogéneo[29] 39

Figura 10 – Controlador Permanente de Isolamento (CPI)[30] 41

Figura 11 – Armário de modelo UNIVERSO da marca Hager[31] 44

Figura 12 – Esquema de ligação da botoneira[32] 45

Figura 13 – Exemplo de um posto de supervisão de um SGTC[33] 51

Figura 14 – Servidor de automação da *Schneider Electric*[34] 52

Figura 15 – Analisador de Energia[35] 53

Figura 16 – Imagem ilustrativa do sistema *easyconnect* da *easycontrol*[38] 58

Figura 17 – Quadro de GTC[39] 59

Figura 18 – Estudo luminotécnico de zona de circulação através do software DIALux 62

Figura 19 – Estudo luminotécnico de gabinete de consulta do Tipo I através do software DIALux 62

Figura 20 – Gateway DALI como interface entre a tecnologia DALI e KNX[42] 65

Figura 21 – Interligação do Balastro Eletrónico (BE)[43] 66

Figura 22 – Diagrama representativo da associação entre o KNX e DALI 67

Figura 23 – Gateway da ABB, ref. ª DG/S 1.64.1.1[44] 68

Figura 24 – Power supply da ABB, ref. ª SV/S30.640.3.1 69

Figura 25 – Line coupler da ABB, ref.ª LK/S4.2 70

Figura 26 – Gateway da ABB, ref.ª SA/S2.16.2.1 70

Figura 27 – Botão da Siemens, ref.ª 5WG1221-2DB13 71

Figura 28 – Exemplo de dois balastros DALI 72

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Índice de ocupação em diferentes zonas[8] 10

Tabela 2 – Exemplo de classificação de influência externa[8] 11

Tabela 3 – Características do motor do GE 39

Tabela 4 – Características do alternador do GE 40

Tabela 5 – Dimensionamento dos cabos de alimentação da instalação 49

Tabela 6 – Lista de pontos 54

Tabela 7 – Luminárias do Piso 0 63

Tabela 8 – Luminárias do Piso 1 e 2 64

Tabela 9 – Luminárias com kit de emergência 65

Acrónimos

AQS	–	Águas Quentes Sanitárias
AVAC	–	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
BE	–	Balastros Eletrónicos
BMS	–	Building Management System
CCTV	–	Circuito Fechado de TV
CDI	–	Central de Deteção de Incêndio
CTM	–	*Centralized Technical Management*
D.A.L.I.	–	Digital Addressable Lightning Interface
DL	–	Decreto-Lei
EDP	–	Energias de Portugal
EI	–	Entidade Instaladora
ESP	–	Emergency Standby Power
eTOM	–	Enhanced Telecom Operations Model
FAB	–	Fulfillment, Assurance &Billing
GTC	–	Gestão Técnica Centralizada
PRP	–	Prime Power
PT	–	Posto de Transformação
QAVAC1	–	Quadro de AVAC 1

QAVAC2 – Quadro de AVAC 2

QBO – Quadro do Bloco Operatório

QBO_UPS – Quadro do Bloco Operatório da UPS

QCOMP – Quadro do Compressor

QD – Quadro de Desenfumagem

QGBT – Quadro Geral de Baixa Tensão

QGE – Quadro Geral de Entrada

QGUPS – Quadro Geral da UPS

QI – Quadro de Imagiologia

QI_UPS – Quadro de Imagiologia da UPS

QMD – Quadro de Medicina Dentária

QMD_UPS – Quadro de Medicina Dentária da UPS

QMR – Quadro de Medicina de Reabilitação

QMR_UPS – Quadro de Medicina de Reabilitação da UPS

QP0 – Quadro do Piso 0

QP0_UPS – Quadro do Piso 0 da UPS

QP0.1 – Quadro do Piso 0 (0.1)

QP0.1_UPS – Quadro do Piso 0 (0.1) da UPS

QP0.2 – Quadro do Piso 0 (0.2)

QP0.2_UPS – Quadro do Piso 0 (0.2) da UPS

QP0.3 – Quadro do Piso 0 (0.3)

QP0.3_UPS – Quadro do Piso 0 (0.3) da UPS

QSO – Quadro da Sala de Operações

QTC – Quadro de Transferência de Carga

QTAC – Quadro da TAC

RESP – Rede Elétrica de Serviço Público

RLIE – Regulamento de Licenças para Instalações Elétricas

RMN – Ressonância Magnética

RTIEBT – Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão

SACA – Sistema Automático de Controlo de Acessos

SADG – Sistema Automático de Deteção de Gases

SADI – Sistema Automático de Deteção de Incêndios

SAEE – Sistema Automático de Evacuação de Emergência

SAEG – Sistema Automático de Extinção por Gases

SAIR – Sistema de Alarme Contra Intrusão e Roubo

SCADA – *Supervisory Control and Data Acquisition*

SCE – Sistema de Certificação Energética dos Edifícios

SGCP – Sistema Gestão Centralizada de Perigos

SGTC	–	Sistema de Gestão Técnica Centralizada
TAC	–	Tomografia Axial Computorizada
UPS	–	Uninterruptible Power Supply

1 Introdução

1.1. Contextualização

Este projeto surgiu do gosto pela área de Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia e do desejo de realizar um trabalho no âmbito da gestão técnica centralizada (GTC) de uma unidade hospitalar. Assim sendo, a eleição do trabalho foi feita em função dos serviços prestados pela *ASL & ASSOCIADOS, LDA* e foi escolhido um projeto elétrico de uma unidade de serviços médicos localizada em Guimarães, mais propriamente no *Shopping* "Espaço Guimarães".

Aliado ao projeto elétrico foi realizado um projeto de GTC, de forma a dinamizar e facilitar os serviços de manutenção e controlo dos equipamentos instalados na unidade hospitalar. Com o intuito de melhorar o funcionamento da clínica, foi acoplado ao sistema de iluminação a tecnologia *Digital Adressable Lighting Interface* (DALI), pois irá facilitar o ato de ligar e desligar as luminárias e além disso, possibilita a automatização, regulação do fluxo luminoso e controlo de toda a iluminação do edifício através de um só lugar.

1.2. Objetivos

O principal objetivo deste trabalho, para além de melhorar competências ao nível de projetos elétricos do tipo hospitalar, é perceber o funcionamento e o método de instalação do sistema de GTC e de iluminação DALI, que trará vantagens ao nível da exploração da instalação, tornando a sua monitorização e gestão mais eficiente.

Perante a complexidade e a abrangência deste objetivo, considerou-se necessário subdividi-lo em diversas tarefas de realização mais simples, tais como:

- A aquisição de conhecimentos relativamente aos diversos componentes que abrangem, o sistema de GTC e a tecnologia DALI;
- A promoção do conhecimento da utilização da tecnologia DALI;
- A reflexão sobre a importância do uso de GTC;

- A aquisição de aptidões técnicas que permitam responder, de forma adequada, a questões técnicas colocadas pelos clientes;
- A obtenção de competências a nível de desenho técnico em *AutoCad;*
- A promoção do espírito de equipa, de modo a estimular e a desenvolver uma interligação entre as diferentes áreas e/ou departamentos que compõem a construção da unidade hospitalar, nomeadamente, as equipas de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC), sistemas de segurança contra incêndios, de hidráulicas e de estruturas.

1.3. ASL & ASSOCIADOS, LDA.

Fundada em 2006, a *ASL & ASSOCIADOS* é uma empresa que está maioritariamente vocacionada para a área de projeto e consultoria em engenharia. Tem como estratégia variados serviços de engenharia, tais como[1]:

- Consultoria e Assistência ao Dono de Obra;
- Elaboração de Estudos e Projetos Multidisciplinares;
- Fiscalização e Gestão de Obra;
- Certificação Energética;
- Ensaios Acústicos;
- *House Check up*.

No que respeita à equipa de projeto, a *ASL & ASSOCIADOS* contempla diferentes departamentos (hidráulica, estruturas, mecânica, eletricidade, segurança contra incêndios, acústica e térmica). As diferentes especialidades têm a constante preocupação em interligar os diferentes projetos de modo a obter uma boa solução técnico-económica, permitindo assim atingir os objetivos estabelecidos.

Figura 1 - Logótipo da ASL & ASSOCIADOS, LDA

1.4. Estrutura do Trabalho

Com o objetivo de apresentar um trabalho que segue uma lógica e uma estrutura tão adequada quanto coerente, o relatório encontra-se dividido em quatro capítulos.

Assim sendo, o Capítulo 1 traduz-se numa breve nota introdutória do trabalho realizado, procedendo-se à sua contextualização, isto é, justifica-se a escolha do tema inerente ao estudo e definem-se os seus objetivos.

No capítulo 2 procede-se ao desenvolvimento do estado da arte e, por isso, ao desenvolvimento e apresentação de um quadro teórico-concetual que aborda os principais constructos inerentes ao trabalho realizado e que sustenta, do ponto de vista científico, todo o estudo. Este enquadramento, sustentado em evidências empíricas, foca-se no projeto elétrico, no projeto de GTC e numa tecnologia moderna – o sistema de controlo de iluminação DALI.

O terceiro capítulo dedica-se ao estudo do caso e procede-se à análise e levantamento de necessidades do edifício. Neste é feita uma descrição e análise do trabalho realizado em ambiente empresarial, ou seja, a concretização dos projetos e a sua aplicação prática. Além disso, existe a indicação dos equipamentos a ser instalados, referenciando na maioria dos casos como sendo aqueles que são a referência de qualidade.

Por fim, mas não menos importante, no quarto capítulo apresentam-se as principais conclusões do estudo, não se descurando a identificação das suas limitações, bem como a apresentação de diversas sugestões para investigações futuras realizadas na área, nomeadamente, investigações que se focam no mesmo tema.

2. Estado da Arte

2.1. Projeto Elétrico

2.1.1. Definição

Um projeto, independentemente da sua natureza ou da área em que se inscreve, traduz-se no escopo ou no planeamento de algo que será realizado no futuro, sendo que o planeamento inclui diversos processos como a conceção e antecipação da ação, o ajustamento das ações (para evitar imprevistos), a orientação das ações para atingir os resultados esperados e a tomada de medidas para aumentar as probabilidades de êxito[2].

Um projeto pode ser definido como "um conjunto de operações que culminam numa realização precisa, num contexto particular e num espaço de tempo determinado e nesta ordem de ideias, pode-se dizer que um projeto é desenvolvido com uma intenção e, ao estabelecerem-se os objetivos que se pretendem alcançar, está-se a antecipar uma realidade. Atualmente, a palavra *projeto* está bastante presente no nosso dia-a-dia, sendo uma característica da modernidade pois, hoje, mais do que nunca, ouve-se falar de projetos e da necessidade de estes serem concebidos como uma forma de antecipar uma realidade futura[3].

Neste caso, o projeto elétrico compreende o estudo detalhado de modo a se realizar a instalação elétrica, tendo sempre em linha de conta os aspetos económicos, a eficiência e a diferenciação face à concorrência. Compreende o conjunto de peças escritas e desenhadas e outros elementos de uma instalação elétrica necessários para a sua execução e correta exploração, tal e qual o Decreto-Lei (DL) n.º 96/2017, de 10 de agosto (alínea *j)*, art. 2.º)[4]. De acordo com o mencionado Decreto-Lei, o Governo aprovou o Programa SIMPLEX, de forma a reduzir custos e tempo com determinadas burocracias, as quais atrasavam os processos de licenciamento e de execução dos projetos de instalações elétricas.

Ainda neste contexto as instalações elétricas são classificadas em três tipos:

Tipo A	Instalações com **produção própria**, de caráter temporário ou itinerante, de segurança ou socorro.
Tipo B	Instalações alimentadas pela RESP em **média, alta ou muito alta tensão**.
Tipo C	Instalações alimentadas pela RESP em **baixa tensão**.

Figura 2 – Classificação das Instalações Elétricas **(DL n.º 96/2017)**[4]

Legenda: RESP – Rede Elétrica de Serviço Público

2.1.2. Como se realiza

Antes de se iniciar qualquer parte escrita e desenhada é necessário realizar uma análise aprofundada da arquitetura em questão, assim como do local onde se encontra e do tipo de utilização que irá ter. Tal, é necessário para perceber se se tratará de uma instalação com produção própria, alimentada pela Rede Elétrica de Serviço Público (RESP) em muito alta, alta, média ou baixa tensão (ver figura 2), se irá ser uma instalação recebendo público, uma habitação unifamiliar ou multifamiliar, ou até um edifício de alojamento. A análise da arquitetura é extremamente importante, pois antes de se iniciarem os traçados do desenho é essencial ter conhecimento de onde vão ficar localizados certos equipamentos que vão definir a passagem de alguns tubos, cabos e fios.

Tanto em caso de licenciamento como em caso de execução de instalações elétricas, existem diferentes documentos que têm de ser preenchidos e apresentados. Em Portugal, os projetos de instalações elétricas, bem como as entidades e os responsáveis são regulamentados por diversos documentos normativos, entre os quais:

- Decreto-Lei n.º 101/2007, de 2 de abril[5]: Simplifica o licenciamento de instalações eléctricas, quer de serviço público quer de serviço particular, alterando os Decretos-Leis nº 26852, de 30 de Julho de 1936, 517/80, de 31 de Outubro, e 272/92, de 3 de Dezembro;
- Decreto-Lei n.º 96/2017, de 10 de agosto[6]: Relançamento do Programa SIMPLEX;

- Lei n.º 14/2015, de 16 de fevereiro[7]: Estabelecer os requisitos de acesso e exercício da atividade das entidades e profissionais responsáveis pelas instalações elétricas.

2.1.2.1. Licenciamento

Acerca do licenciamento, é necessário mencionar o DL n.º 101/2007, de 2 de abril[5], pois é ele que apresenta o Regulamento de Licenças para Instalações Elétricas (RLIE). Da análise do referido documento, é feita a distinção entre situações em que não existem razões de segurança e em situações em que permanece a necessidade de licença. Assim sendo, pode ler-se que "nos casos em que permanece a necessidade de licenciamento, a obtenção por parte do requerente das autorizações dos proprietários dos terrenos, bem como dos pareceres das entidades intervenientes no processo, dispensa a necessidade de os serviços procederem às consultas e à publicação dos éditos".

Em caso de licenciamento e após a análise anterior desencadeia-se o desenho, que é dividido em duas partes, cada uma delas com igual importância:

- Diagrama de distribuição de energia;
- Alimentação de quadros elétricos e equipamentos de uso especial;

Já para as peças escritas será preciso:

- Ficha Eletrotécnica;
- Planta de localização;
- Termo de responsabilidade pelo projeto.

Atendendo ao DL n.º 96/2017[6], é necessário salientar que o projeto deve ser elaborado, obrigatoriamente, por um projetista para efeitos da execução das seguintes instalações elétricas (n.º1, artigo 5.º):

a) Instalações elétricas do tipo A, se de segurança ou socorro, ou que alimentem estaleiros de obras, com potências superiores a 41,4 kVA;
b) Instalações elétricas do tipo B;
c) Instalações elétricas do tipo C, situadas em recintos públicos ou privados destinados a espetáculos ou outras diversões com assistência de público;

d) Instalações elétricas situadas em locais sujeitos a risco de explosão, independentemente da sua classificação nos termos do artigo 3.º;
e) Instalações elétricas situadas em parques de campismo e de marinas, independentemente da sua classificação nos termos do artigo 3.º;
f) Instalações elétricas do tipo C, estabelecidas em imóveis, coletivos ou não, cujo somatório das potências a alimentar pela rede seja superior a 41,4 kVA.

Para terminar, importa referir que o processo de licenciamento terá que ser enviado para a EDP (Energias de Portugal) para pedido de viabilidade de ligação à rede. Em seguida, é feito o envio do processo para a câmara municipal com todas as peças enunciadas anteriormente e, ainda, o comprovativo de pedido de viabilidade feito à EDP.

2.1.2.2. Execução

À luz do exposto no DL n.º 101/2007, de 2 de abril[5], nomeadamente no seu artigo 7.º, a execução das instalações elétricas pode ser realizada pela Entidade Instaladora (EI), ou por um técnico responsável pela execução a título individual, devendo ter em consideração o projeto e cumprindo com as regras técnicas, regulamentares e de segurança que se aplicam (n.º1). Segundo o tal DL, verifica-se ainda que terminada a execução da instalação elétrica, a EI ou o técnico responsável pela execução realizam os ensaios necessários para garantir a segurança e o correto funcionamento das instalações tendo em vista a sua entrada em exploração e, depois de realizados todos os testes, a EI ou o técnico subscrevem e emitem uma declaração de conformidade da execução da instalação elétrica, ou o termo de responsabilidade pela execução, e a ficha de execução, respetivamente (nºs. 3 e 4).

No caso do projeto de execução existem diferentes procedimentos a ter em atenção. Então, será necessário para as peças desenhadas:

- Diagrama de distribuição de energia;
- Alimentação de quadros elétricos e equipamentos de uso especial;
- Tomadas de uso geral;
- Iluminação normal;
- Iluminação de segurança;
- Esquema dos quadros elétricos.

No que diz respeito às peças escritas a entregar para o caso do projeto de execução, elas são:

- Ficha Eletrotécnica;
- Memória Descritiva;
- Termo de responsabilidade pela execução;
- Condições Técnicas;
- Mapa de Quantidades.

Um projeto de execução pode ter passado anteriormente por um processo de licenciamento, deste modo apenas será necessário desenvolver as restantes peças desenhadas e escritas.

No caso de este ser realizado e existir alteração de potências elétricas haverá necessidade de submeter o processo na EDP, enviando, tal como no processo de licenciamento, esses mesmos documentos. Não existindo alteração de potências elétricas, o projeto termina com o envio de todos os documentos necessários para execução ao cliente.

2.1.3. Disposições regulamentares

Tal como em qualquer projeto ou até mesmo nas situações do dia-a-dia, existem regras e leis a cumprir. Nesta situação o cenário mantém-se, havendo aqui o risco de incêndio, de choque elétrico e também no pior dos cenários o perigo de morte.

As Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão (RTIEBT)[8] é um documento que define um conjunto de normas de segurança e de instalação a observar nas instalações elétricas de baixa tensão. E ao abrigo do nº1 do artigo 2º do Decreto Lei nº226/2005, de 28 de dezembro as RTIEBT foram aprovadas pelo Governo[9].

Toda e qualquer instalação tem que estar protegida contra contactos diretos e indiretos. Entende-se por contacto direto, qualquer contacto por parte de uma pessoa ou um animal em partes ativas de uma instalação. A proteção contra contatos diretos é garantida através do isolamento das partes ativas, como por exemplo, os barramentos. Por outro lado, o contacto indireto inclui o contacto de pessoas ou animais com elementos condutores, que ficam acidentalmente sob tensão, e a sua proteção é assegurada através do corte da fonte por disjuntor ou fusível ou, ainda, por corte da fonte por um dispositivo sensível à corrente diferencial.

2.1.3.1. Classificação do espaço quanto à sua utilização e lotação

O edifício em estudo é destinado a serviços, sendo um estabelecimento recebendo público, enquadrando-se num edifício do tipo hospitalar (secção 801.2.4 das RTIEBT)[8].

Para a determinação da lotação de um edifício do tipo hospitalar deve ter-se em conta o somatório do número de ocupantes máximo em todos os espaços. Neste sentido tem-se ainda em consideração os ocupantes acamados, o efetivo de pessoal (mínimo de uma pessoa por cinco lugares) e o efetivo de visitas (mínimo de duas pessoas por lugar), consoante o projeto de arquitetura. Para os restantes locais é necessário efetuar o cálculo do produto da área do respetivo local pelo índice de ocupação indicado no quadro seguinte:

Tabela 1 – Índice de ocupação em diferentes zonas[8]

Locais	índice de ocupação (pessoas/m^2)
Zonas de espera de exames e de consultas	1
Zonas de diagnóstico e de terapêutica	0,2
Zonas de intervenção cirúrgica	0,1
Gabinetes de consulta	0,3
Outros gabinetes	0,1
Salas de escritório	0,2
Salas de reunião sem lugares fixos	0,5
Refeitórios: - zona de espera - zona de refeições	 3 1
Bares (zona de consumo)	2

2.1.3.2. Influências externas

Para garantir a segurança e condições de funcionalidade das instalações é indispensável classificar e codificar a mesma em função das influências externas. Posto isto, existe uma codificação de duas letras maiúsculas e de um algarismo, sendo a primeira letra a categoria A (Ambientes), B (Utilização) ou C (Construção do edifícios), a segunda a natureza a influência externa A, B, C… e o número 1, 2, 3 … 8 a classe de cada uma das influências externas (secção 320.2 das RTIEBT)[8]. Por exemplo, na tabela a seguir está a classificação segundo a temperatura ambiente.

Tabela 2 – Exemplo de classificação de influência externa[8]

Código	Temperatura do ar		Humidade relativa		Humidade absoluta	
	inferior [a] (°C)	superior [b] (°C)	inferior [c] (%)	superior [d] (%)	inferior [e] (g/m^3)	superior [f] (g/m^3)
AB1	-60	+ 5	3	100	0,003	7
AB2	-40	+ 5	10	100	0,1	7
AB3	-25	+ 5	10	100	0,5	7
AB4	-5	+40	5	95	1	29
AB5	+5	+40	5	85	1	25
AB6	+5	+60	10	100	1	35
AB7	-25	+55	10	100	0,5	29
AB8	-50	+40	15	100	0,04	36

No caso em estudo, respeitante a uma unidade hospitalar, as instalações são classificadas como:

- Temperatura ambiente: AA4 – Temperado: -5ºC a +40ºC;
- Condições climáticas: AB4 – Temperatura do ar: -5ºC a +40ºC, Humidade relativa: 5% a 95%;
- Altitude: AC1 – Baixa: <2000m;
- Presença da água: AD1 – Desprezável;
- Presença de corpos sólidos estranhos: AE1 – Desprezável;
- Presença de substâncias corrosivas ou poluentes: AF1 – Desprezável;
- Ações mecânicas, Impactos: AG1 – Fracos;
- Ações mecânicas, Vibrações: AH2 – Médias;
- Outras ações mecânicas: AJ – (não aplicável);
- Presença de flora ou de bolores: AK1 – Desprezável;
- Presença de fauna: AL1 – Desprezável;
- Influências eletromagnéticas, eletrostáticas ou ionizantes: AM1 – Desprezáveis;
- Radiações solares: AN2 – Médias: $500 < r \leq 700 W/m^2$;
- Efeitos sísmicos: AP1 – Desprezáveis: $a \leq 30gal$ ($1gal = 1cm/s^2$);
- Descargas atmosféricas: AQ1 – Desprezável: $N \leq 25$ dias/ano (Nível cerâunico);
- Movimentos do ar: AR1 – Fracos: $v \leq 1m/s$;
- Vento: AS2 – Médio: $20 < v \leq 30m/s$;
- Competência das pessoas: BA1 – Comuns: Pessoas não instruídas;

- Resistência elétrica do corpo humano: BB1 – Normal: corpo humano seco ou húmido;
- Contactos das pessoas com o potencial da terra: BC2 – Reduzidos;
- Evacuação das pessoas em caso de emergência: BD1 – Normal;
- Natureza dos produtos tratados ou armazenados: ver os casos particulares no ponto seguinte;
- Materiais de construção: CA1 – Não combustíveis;
- Estrutura dos edifícios: CB1 – Riscos desprezáveis.

Nos casos mais específicos e referentes ao edifício hospitalar, existem salas com diferentes classificações:

- Salas de gases medicinais, contentores e lixos (Risco de Incêndio: BE2 – Equipamentos que retardem a propagação da chama);
- Áreas técnicas (Competência de Pessoas: BA4 – Pessoas suficientemente informadas ou supervisionadas por pessoas qualificadas para lhes permitir evitar os perigos que possam advir da eletricidade; Risco de Incêndio: BE2 – Equipamentos que retardem a propagação da chama);
- Salas de Raio-X (Condições climáticas: AB4 - locais abrigados sem controlo da temperatura e da humidade, podendo ser usado um aquecimento para aumentar a temperatura ambiente; Altitude: AC1 – Baixa; Presença da água: AD1 - Locais em que a presença da água é desprezável; Risco de Incêndio: BE1 – Equipamentos que retardem a propagação da chama);
- Ressonância Magnética e TAC (Influências Eletromagnéticas: AM3 - Efeitos prejudiciais de radiações eletromagnéticas; Risco de Incêndio: BE2 – Equipamentos que retardem a propagação da chama).

Para as situações anteriormente referidas impõem-se para as características dos equipamentos e sua instalação, segundo a norma NP EN 60529, os graus de proteção IP20, quanto à presença de sólidos e água, e de acordo com a EN 50102, o IK07 quanto à proteção contra as ações mecânicas.

Relativamente às instalações sanitárias, os locais como as instalações sanitárias são zonas a que se deve dar especial atenção em termos de riscos elétricos. Neste sentido, está previsto um conjunto de regras complementares, existindo volumes definidos pelas RTIEBT:

- Volume 0 – Local ou zona de risco máximo;
- Volume 1 – Local ou zona de risco elevado;
- Volume 2 – Local onde o risco existe, mas já é menor;
- Volume 3 – Local de risco mais reduzido.

Relativamente aos diferentes equipamentos a instalar nos volumes dos sanitários, devem ser considerados os códigos IP e IK para os respetivos volumes que não devem ser inferiores a:

- Volume 0, IPX7;
- Volume 1, IPX5;
- Volume 2, IPX4 (balneários públicos: IPX5);
- Volume 3, IPX1 (balneários públicos: IPX5).

Importa reforçar a ideia de que as casas de banho deverão ainda possuir uma ligação equipotencial local. Se se optar pela instalação de cabinas de chuveiro pré-fabricadas instaladas em locais que não contenham bacia de chuveiro, os interruptores e as tomadas devem ser instaladas a uma distância superior a 0,6m da abertura da porta do conjunto pré-fabricado.

2.1.3.3. Regime de Neutro

De forma a assegurar a proteção das pessoas e a disponibilidade contínua de serviço, todas as partes energizadas da instalação devem ser isoladas das massas dos respetivos aparelhos, devendo estes estar ligados à terra. O isolamento é feito pelo meio de materiais isolantes que são caracterizados pelo seu desempenho e por conseguinte, o isolamento é determinado por tensões máximas suportáveis que são aplicadas a equipamentos.

Nos diferentes regimes de neutro as falhas de isolamento sucedem em modo comum (entre condutores ativos e massa ou terra) e essencialmente nos recetores e cabos.

No respeitante às instalações elétricas do tipo hospitalar, é importante dedicar especial atenção ao bloco operatório, local onde não pode existir, em tempo algum, uma falha na continuidade de serviço de energia elétrica. Posto isto, é necessário adotar um regime de neutro IT adequado ao bloco operatório, pois a restante instalação será ligada à já existente instalação do *shopping*.

A escolha do regime de neutro IT significa que o neutro é ligado à terra por intermédio de uma impedância, ou isolado e as massas são ligadas diretamente à terra. Em caso de um primeiro defeito de isolamento em um condutor ativo, a corrente de defeito é suficientemente pequena, de forma a não originar a abertura automática do circuito. Esta corrente é conseguida por não existir uma ligação à terra da alimentação ou pelo elevado valor da impedância entre o neutro e a terra. Assim sendo, não haverá qualquer falha de energia ao primeiro defeito, mantendo a instalação em funcionamento. Em contrapartida é exigido que seja feita uma rápida verificação às instalações, de forma a analisar a origem do defeito.

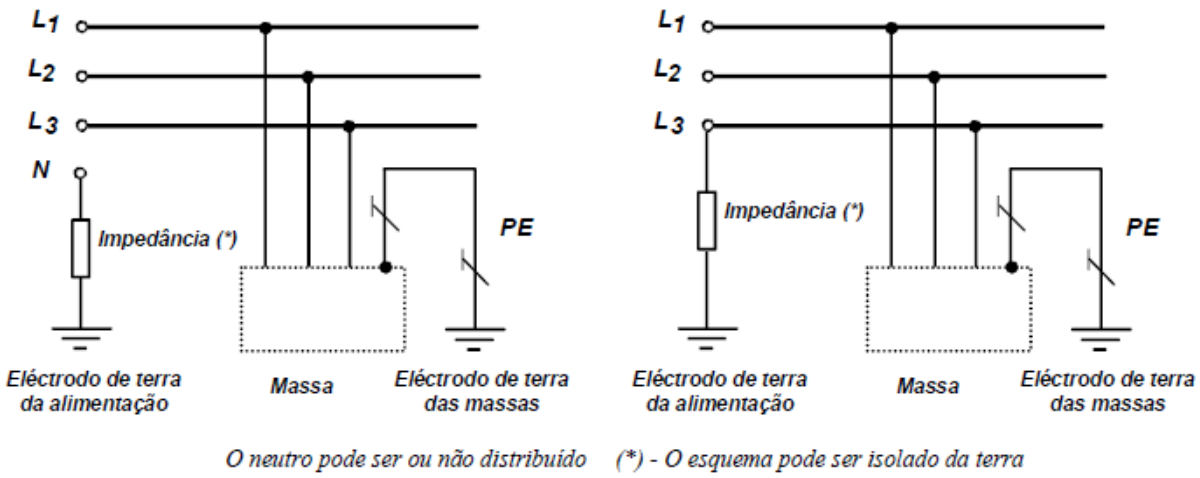


Figura 3 – Esquema de Ligação ao Neutro IT[8]

2.1.3.4. Alimentação de Energia

As instalações da clínica médica estão integradas num centro comercial, que é alimentado em baixa tensão a partir do Posto de Transformação (PT) existente no edifício. Em forma de ramal de entrada, a clínica tem a sua alimentação com origem no Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT) e termina junto ao Quadro Geral de Entrada (QGE).

Tal como em qualquer instalação elétrica, também nas instalações elétricas hospitalares existe a possibilidade de uma falha na continuidade de serviço de energia elétrica. De forma a contornar eventuais falhas, devem ser definidas alimentações de segurança sempre que a necessidade de serviços de segurança seja imposta pelas autoridades responsáveis pela proteção contra incêndios, quando existe a necessidade de alimentar zonas de evacuação dos locais de emergência e quando as alimentações de socorro forem exigidas pelo dono da instalação.

Para suportar as alimentações de serviços de segurança e/ou fontes de socorro, podem ser instaladas baterias de acumuladores, grupos geradores acionados por motores de combustão, independentes da alimentação normal, que tenham características adequadas para arrancarem num tempo especificado e também fontes exteriores, que sejam efetivamente independentes da alimentação normal, desde que as duas alimentações não sejam suscetíveis de falharem em simultâneo (secção 35 das RTIEBT)[8].

2.1.3.5. Dimensionamento

Depois de definida a fronteira das instalações, as canalizações que irão servir a instalação são dimensionadas considerando-se as condições de aquecimento dos cabos e verificando-se as suas quedas de tensão. As proteções são determinadas protegendo não só curto-circuitos, mas igualmente sobrecargas, segundo o estabelecido nas RTIEBT.

O cálculo da queda de tensão é definido pela seguinte fórmula:

$$u = b \times \left(\rho \times \frac{l}{S} \times cos\emptyset + \lambda \times l \times sin\emptyset\right) \times I_b \tag{2.1}$$

e

$$\Delta u(\%) = 100 \times \frac{u}{U_0} \tag{2.2}$$

Legenda:

u – queda de tensão expressa em volts;

Δu – queda de tensão relativa, expressa em percentagem;

b – coeficiente igual a 1 para circuitos trifásicos e 2 para circuitos monofásicos;

ρ – a resistividade dos condutores à temperatura em serviço normal, isto é, 1.25 vezes a resistividade a 20ºC (0.0225 Ωmm2/m para o cobre e 0.036 Ωmm2/m para o alumínio);

l – comprimento da canalização, expresso em metros;

S – secção dos condutores, expressa em milímetros quadrados;

cosØ – fator de potência (na falta de elementos mais precisos, pode ser usado o valor cosØ=0,8 e, consequentemente, senØ= 0,6);

λ – reatância linear dos condutores (em falta de indicações usa-se 0.08mΩ/m);

Ib – corrente de serviço, expressa em amperes;

U_0 – tensão entre fase e neutro;

Relativamente aos circuitos de pequenas dimensões no interior do edifício, tal como os circuitos de iluminação e de tomadas, considera-se que estes não ultrapassam os limites de 3 e 5% de queda de tensão, respetivamente.

A queda de tensão a considerar na coluna montante é de 1%, mais a da entrada que poderá atingir um limite de 1,5%.

Para o cálculo da proteção contra sobreaquecimentos e sobrecargas atendeu-se às seguintes condições:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \tag{2.3}$$

$$I_2 \leq 1{,}45\, I_z \tag{2.4}$$

Legenda:

Ib – Corrente de serviço, expressa em amperes;

In – Corrente estipulada do aparelho de proteção, em amperes;

Iz – Corrente de limite térmico da canalização, em amperes;

I2 – Corrente convencional de funcionamento do dispositivo de proteção, em amperes.

Os circuitos de iluminação sendo realizados por condutores com a secção de 1,5mm² são protegidos por disjuntores de 10A. Já os circuitos de tomadas para usos gerais são realizados por condutores de 2,5mm² de secção e são protegidos por disjuntores de 16A.

De modo a calcular a corrente de curto-circuito máxima, utilizou-se o método das impedâncias, por aplicação dos seguintes dados e fórmula:

$$I_{ccmáx} = \frac{c_{máx} \times m \times U_n}{\sqrt{3} \times \sqrt{R_T^2 + X_T^2}} \tag{2.5}$$

Legenda:

Iccmáx – corrente de curto-circuito máxima, expressa em amperes;

Cmáx – fator de tensão igual a 1,05;

Un – tensão nominal entre fases do transformador;

m – fator de carga qualquer que seja a fonte igual a 1,05;

Rt – é a resistência total, expressa em ohm;

Xt – reatância total, expressa em ohm.

Os valores a considerar no cálculo das correntes de curto-circuito máximas são valores convencionais que devem prever a possibilidade de evolução da rede e devem basear-se na potência máxima possível do transformador, na tensão de curto-circuito correspondente e nos comprimentos e nas secções das canalizações da rede de distribuição que alimenta o edifício.

No sentido de obter a corrente de curto-circuito mínima e tempo de fadiga térmica, tem-se:

$$I_{ccmin} = k \times \frac{S}{\sqrt{t}} \tag{2.6}$$

Legenda:

Iccmin – corrente de curto-circuito mínima, expressa em amperes;

k – coeficiente aplicado, dependendo do tipo de cabo e isolamento a aplicar;

S – secção do cabo, expressa em mm^2;

t – tempo de fadiga térmica, expressa em segundos.

Para existir um correto funcionamento do dispositivo de proteção, para um tempo de $t \leq 5$ segundos, a corrente mínima de funcionamento (Ia) deste terá que ser $I_a < I_{CC}$.

2.2. Projeto de GTC

2.2.1. Enquadramento

A eficiência energética é uma das maiores preocupações em grandes edifícios de serviços. De forma a contribuir para a mesma e, para além de ser necessário instalar equipamentos eficientes, é preciso fazer uma gestão cuidada dos mesmos. É aqui que o projeto de gestão técnica centralizada (GTC) contribui significativamente. De facto, para garantir a eficiência energética de um edifício, não basta possuir equipamentos eficientes, a forma como a gestão dos consumos energéticos é feita é igualmente importante[10]. A partir de um projeto de GTC é possível garantir esta eficiência, tão desejada, quanto necessária, pois o seu desperdício reflete-se diretamente em maiores gastos com os consumos de energia e "o potencial de poupança num edifício vai para além da excelência do projeto, instalações e recurso às renováveis. A gestão técnica centralizada pode acrescentar uma poupança no consumo até 24% e tem que ser encarada hoje como um elemento essencial na estratégia de eficiência energética de um edifício. A falta de informação e formação são o principal obstáculo..."[10]. Neste sentido, é necessário que as empresas invistam na formação de recursos humanos qualificados, que promovam e divulguem informação sobre o projeto GTC e sobre os seus benefícios.

Um Sistema de Gestão Técnica Centralizada (SGTC) surge com o objetivo de controlar, comandar, monitorizar e gerir várias instalações e os demais equipamentos de um edifício, com a possibilidade de o fazer através de uma central de comando (de um só ponto), facilitando e melhorando o trabalho diário do gestor técnico. Este tipo de sistemas nasce da constante necessidade de gerir equipamentos de grandes instalações, tais como climatização, águas quentes sanitárias (AQS), iluminação, equipamentos de segurança, contadores de energia, etc.

As principais funções e vantagens de um SGTC foram abordadas por diversos autores [11,12 e 13]e podem ser definidas ao nível da monitorização, do controlo e do comando e da gestão, manutenção e planeamento. Assim sendo, no que diz respeito à monitorização, um SGTC tem como principais alvos:

- Consumos de Energia Elétrica, Energia Térmica e Água;
- Potências e Qualidade de Energia Elétrica;
- Monitorização do processo e quantificação da produção de energia elétrica e energia térmica;
- Qualidade do Ar Interior;
- Velocidade do Vento;
- Temperaturas Interiores e Exteriores do Ar;
- Pressões e Temperaturas de Fluidos;
- Contabilização de Períodos de Funcionamento de Equipamentos;
- Sinalização da posição de registos e válvulas;
- Monitorização da aparelhagem de proteção contra sobreintensidades e contatos indiretos da Instalação Elétrica - Monitorização de Estados e Disparos;
- Monitorização dos níveis de Iluminância;
- Monitorização da ocupação de espaços;
- Monitorização de Estados de Equipamentos de Campo;
- Base para a Deteção de Avarias;
- Dados como base para a Emissão de Alarmes;
- Monitorização de níveis de tanques e reservatórios, equipamentos de bombagem e válvulas das Instalações Hidráulicas;
- Monitorização do Estado de Funcionamento dos Equipamentos de Transporte de Bens e Pessoas;
- Monitorização dos Sistemas de Segurança.

Relativamente ao controlo e comando de um SGTC, este também apresenta múltiplas funções, entre elas:

- Aplicação de Funções de Otimização de Funcionamento Sequencial ou Simultâneo de acordo com cenários, objetivos e restrições;
- Estratégias de tarifário como o Deslocamento de Cargas no Tempo ou deslastre de cargas no período de ponta;
- Gestão relacionada com o *Duty Cycling* de equipamentos em diferentes períodos;
- Ajuste dinâmico dos *set-points* do sistema de climatização;

- Controlo de grelhas automatizadas na fachada;
- Controlo da Iluminação - *On/Off*, *Dimming*, Programação horária, por zonas, por ocupação, por nível de iluminação natural, por cenários, etc.;
- Possibilidade de Envio de Elevadores ao Piso de Referência;
- Deslastre de Quadros e cargas selecionadas aquando da entrada de Grupo Gerador;
- Ligar e Desligar Cargas de acordo com cenários definidos - dados provenientes da monitorização (atuam como desencadeadores de ações), programação horária, etc.;
- Modulação da Velocidade de Motores;
- Ações relacionadas com os sistemas de segurança não afetos às instalações de segurança contra incêndio, nomeadamente com os sistemas de intrusão, controlo de acessos e CCTV.

Por fim, mas não menos importante, o SGTC também possui diversas vantagens ao nível da gestão, manutenção e planeamento, das quais se destaca:

- Exportação de dados e informação detalhada ou resumida - personalizável - com a inclusão ou não de gráficos;
- Emissão, Registo, Gestão e Personalização de Alarmes;
- Gestão e Programação de Períodos de Funcionamento de Equipamentos e Sistemas Redundantes;
- Gestão da manutenção;
- Listagem de ações realizadas;
- Avaliação e Gestão de Metas e Objetivos;
- Conhecer e Acompanhar a Utilização de Energia na Instalação;
- Calendarização de Tarefas;
- Flexibilidade na Elaboração de Diagramas de Cargas;
- Deteção, Registo de Avarias e Diagnóstico Remoto.

No caso de edifícios de grandes dimensões, o facto de se conseguir um elevado nível de poupança energética faz com que a importância de um SGTC seja cada vez maior. Hoje, verifica-se que "os GTC são essenciais nos grandes edifícios de serviços, mas podem ser instalados noutros quaisquer, havendo já instalações próprias para o sector residencial. Estima-se que estes sistemas permitam poupanças na ordem dos 15 a 20% e, para além disso, no caso

de anomalia ou avaria, estes enviam avisos e alertas ao serviço de manutenção, para que sejam tomadas as medidas necessárias à sua correção”[10]. Portanto, por meio da utilização de um SGTC é possível contribuir para o ajuste final de contas na fatura da energia elétrica, na medida em que vai sofrer alterações e que se traduzem numa descida significativa de custos e respetiva poupança.

O projeto GTC visa, em primeira instância, a eficiência energética e uma gestão energética sustentável. De modo a contribuir para esta gestão eficiente,[10] elenca-se 10 passos que se devem adotar:

- Centralizar e visualizar a informação relevante dos consumos energéticos através das tecnologias mais avançadas disponíveis;
- Comparar, de forma analítica e crítica, os consumos energéticos registados com valores de referência internos e externos – edifícios com uso equivalente devem ter consumos energéticos semelhantes;
- Avaliar os comportamentos energéticos estáticos e dinâmicos de modo personalizado para cada edifício e tendo em conta todos os custos durante o ciclo de vida do edifício;
- Aplicar as fontes de energias renováveis, considerando os fatores ecológicos e económicos;
- Minimizar drasticamente as emissões de CO_2 (Dióxido de Carbono), assegurando uma proteção sustentável do meio ambiente para o futuro;
- Utilizar equipamentos e materiais certificados oficialmente (eu. bac: “European Building Automation Controls Association”), com rendimentos garantidos, e aplicar soluções tecnicamente inovadoras;
- Interligar todas as instalações técnicas do edifício, através de sistemas de automação abertos e flexíveis;
- Harmonizar as tecnologias da envolvente do edifício, a gestão técnica e a engenharia de sistemas;
- Alertar os utentes para o uso racional e responsável das instalações, aumentando a sensibilidade pelos consumos de energia;
- Assegurar a redução dos custos de exploração.

2.2.2. Como se realiza

Um SGTC comporta duas arquiteturas: uma arquitetura funcional e uma arquitetura estrutural. Relativamente à arquitetura funcional (ver Figura 4), esta reflete um SGTC integrado e hierarquizado, incorporando diversos subsistemas[14]:

- Energia e Conforto: Composto pelas instalações de AVAC, Iluminação e Energia;
- Segurança Eletrónica: Constituído por Sistemas de Alarme Contra Intrusão e Roubo (SAIR), Sistema Automático de Controlo de Acessos (SACA), Circuito Fechado de TV (*Closed Circuit Television* - CCTV) e Sistema Gestão Centralizada de Perigos (SGCP);
- Proteção contra Incêndios: Constituído pelos Sistemas Automáticos de Deteção de Incêndios (SADI), Automático de Extinção por Gases (SAEG); Automático de Deteção de Gases (SADG) e Automático de Evacuação de Emergência (SAEE).

Os subsistemas acima mencionados podem ser monitorizados e controlados através de um computador pessoal, desde que tenha instalado um *software* que permita a supervisão e aquisição de dados – *Supervisory Control And Data Acquisition* (SCADA)[10].

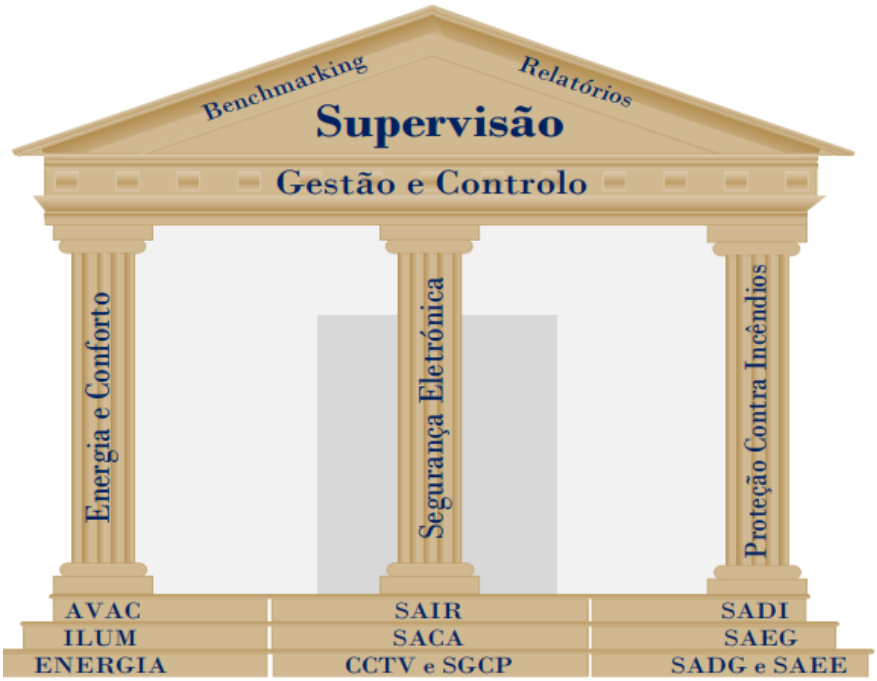


Figura 4 – Arquitetura funcional de um SGTC[14]

Já no que concerne à arquitetura estrutural do SGTC, importa salientar que este sistema incorpora vários equipamentos e, tal como a arquitetura funcional, um *software*, adotando o princípio da integração de sistemas[14]. Este tipo de arquitetura é composto por cinco níveis e cada um deles integra diferentes equipamentos (ver Figura 5).

No primeiro nível, processos primários, são integrados equipamentos primários dos subsistemas e consumidores de energia, como lâmpadas, transformadores de potência, ventiladores, compressores, etc.

O nível dois refere-se aos sensores e atuadores, a maior parte deles, instalados nos equipamentos primários, permitindo converter grandezas físicas noutras grandezas, por norma, elétricas.

Já o nível três, os subsistemas, é composto por subsistemas como o AVAC, a iluminação e a alimentação de equipamentos elétricos, etc.

Por sua vez, no nível quatro, encontram-se os computadores que controlam e monitorizam, hierárquica e isoladamente, o seu subsistema.

Por último, no nível cinco, integração, é o nível que permite que toda a informação dos subsistemas seja reunida e gravada num computador ou em autómatos programáveis de grande capacidade, permitindo controlar e monitorizar todos os equipamentos.

Tal como na arquitetura funcional, também na arquitetura estrutural existe um software que permite supervisionar todos os subsistemas[14].

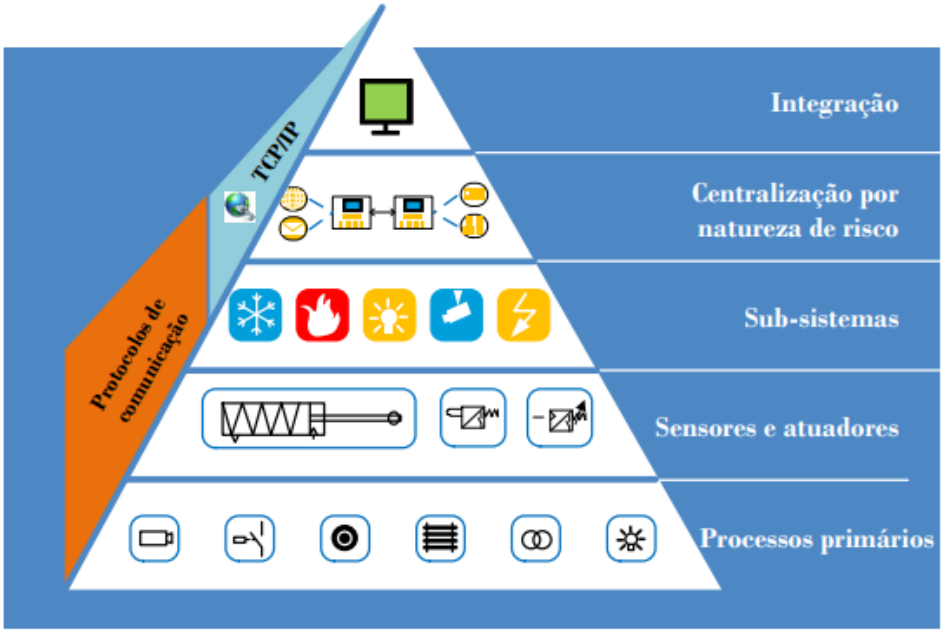


Figura 5 – Arquitetura estrutural do SGTC[14]

2.2.3. Aplicações

O SGTC é um sistema complexo e, para a sua correta aplicação, nas XVII Jornadas de Climatização[15] foram definidos alguns aspetos a ter em conta, desde a competência técnica dos profissionais de SGTC, a multiplicidade de perfis das empresas do setor e a utilização das mais recentes novidades tecnológicas. Segundo o mesmo autor, para a aplicação do SGTC é necessário:

- Afinar o sistema;
- Criar bases de dados (por exemplo, arquivos históricos) e ferramentas de análise (por exemplo, gráficos de tendências e relatórios);
- Adotar módulos de gestão de energia e sua parametrização (*dashboards*, avisos e alarmes);
- Entregar o sistema ao cliente final (por exemplo, telas finais, manuais, etc.) e respetiva formação dos utilizadores indicidindo sobre todas as ferramentas disponíveis.

Na figura 6 encontram-se os aspetos relevantes a ter em conta na conceção e implementação de um SGTC.

DESIGNAÇÃO	SRC	SGT	SGTC
POTÊNCIA TÉRMICA (kW)	P < 100	100 ≥ P < 250	P ≥ 250
10 - SISTEMAS DE REGULAÇÃO, CONTROLO E GESTÃO TÉCNICA			
10.1			
10.3.1 Projeto Específico			●
10.3.2 Sistema de Gestão Técnica Centralizada da CLASSE C da Norma EN 15232 (Versão 2012)			●
Alínea a) Protocolos Standard (exemplo BACnet, LonTalk, Mod-Bus, KNX)			●
Alínea b) Contagens			
I. Energia elétrica por sistema ou instalação de AVAC		●	●
II. Energia proveniente de produção renovável, ou cogeração (Ñota: elétrica e térmica)		●	●
III. Energia elétrica dos equipamentos com potência > 12 kW	●	●	●
IV. Energia elétrica, térmica ou outra para cálculo do rendimento das unidades produtoras de energia térmica, com potência elétrica > 50kW			●
V. Combustíveis líquidos e gasosos por equipamento produtor com potência térmica > 100kW		●	●
VI. Energia elétrica, térmica ou outra para contagem que permita desagregar os consumos afetos a cada uma das distintas funções de um sistema de produção térmica		●	●
VII. Contagens gerais de energia elétrica, térmica ou outras		●	●
VIII. Outras contagens requeridas nos sistemas técnicos referidos na Portaria	●	●	●
Alínea c) Arquivo Histórico (Mínimo 6 anos) (*) Registo obrigatório, Arquivo facultativo.		● (*)	●

Figura 6 – Conceção e Implementação do SGTC [15]

Ainda no que diz respeito à aplicação do SGTC, urge a necessidade de fazer referência ao artigo 37.º do DL n.º 118/2013[16], que estabelece que os sistemas técnicos dos edifícios de comércio e serviços, devem ser instalados, conduzidos e mantidos de modo a garantir o seu funcionamento em condições otimizadas de eficiência energética e de promoção da qualidade do ar interior (ponto 1).

2.2.4. Disposições regulamentares

À semelhança do projeto elétrico, o projeto GTC também é regulamentado por um quadro normativo-legal e, apesar da sua evolução ao longo dos anos e dos vários documentos legislativos que foram sendo revogados e substituídos por outros, destacam-se essencialmente dois documentos: Decreto-Lei n.º 29/2011, de 28 de fevereiro[17] e o Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de agosto[16].

O Decreto-Lei n.º 29/2011, de 28 de fevereiro[17], estabelece o regime jurídico aplicável à formação e execução dos contratos de desempenho energético que revistam a natureza de

contratos de gestão de eficiência energética, a celebrar entre as entidades públicas e as empresas de serviços energéticos. À luz do seu artigo 2.º, existem quatro medidas de melhoria da eficiência energética:

1) O Estado e as demais entidades públicas devem promover e implementar, nos seus edifícios e equipamentos afetos à prestação de serviços públicos, medidas de melhoria da eficiência energética, destinadas a aumentar a eficiência na utilização final da energia;
2) As medidas de melhoria da eficiência energética a que se refere o número anterior aferem-se em função das economias de energia efetivamente conseguidas para o Estado ou outras entidades públicas, não compreendendo a produção de energia entregue à RESP;
3) O Estado e as demais entidades públicas podem incumbir as empresas de serviços energéticos da prossecução dos objetivos de melhoria da eficiência energética a que estão sujeitos mediante a celebração de contratos de gestão de eficiência energética, nos termos do presente decreto-lei;
4) Sem prejuízo do disposto no n.º 2, é permitida, acessoriamente, a produção de energia ao abrigo dos contratos de gestão de eficiência energética, nos termos do contrato e da legislação aplicável.

Por sua vez, o Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de agosto[16], Aprova o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios, o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços, e transpõe a Diretiva n.º 2010/31/UE[18], do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de maio de 2010, relativa ao desempenho energético dos edifícios. Através deste DL, "o Estado promoveu, com forte dinamismo, a eficiência energética dos edifícios e, por essa via, adquiriu uma experiência relevante, que se traduziu não só na eficácia do sistema de certificação energética, mas também no diagnóstico dos aspetos cuja aplicação prática se revelou passível de melhoria". Além disso, é ainda neste DL, em particular no seu artigo 2.º, que são definidos todos os componentes do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE).

2.3. Protocolos de Comunicação Utilizados

Segundo a Konnex[19], o sistema KNX permite a intercomunicação entre variados equipamentos de utilização, tais como a iluminação. Para o controlo da iluminação existe o protocolo *Digital Addressable Lighting Interface* (DALI), que será o utilizado no caso de estudo.

2.3.1. KNX

Este tipo de tecnologia é caracterizada como uma mais-valia em qualquer tipo de edifício, pois sabe-se que esta contribui para a melhoria da eficiência energética, dá maior conforto aos utilizadores e também mais segurança.

O KNX é transcrito e baseado na norma internacional ISO/IEC 14543-3, assim como as normas europeias CENELEC EN 50090 e CEN EN 13321-1 e uma norma chinesa GB/T 20965[19].

Para a boa intercomunicação entre os diferentes dispositivos existe uma linguagem que os caracteriza, o sistema Bus KNX. É através deste meio que comunicam entre si. Entenda-se que como dispositivos são considerados todos os sensores ou atuadores que farão o controlo dos equipamentos.

2.3.1.1. Vantagens e principais características

Sem influência de local onde é instalado, o KNX traz ganhos e bastante utilidade para os utilizadores e/ou proprietários do edifício e, também, para os responsáveis pela arquitetura e decoração do edifício. É um protocolo internacional que é baseado em mais de 25 anos de experiência e apresenta como principais características e vantagens[20]:

- Garantia de compatibilidade entre produtos KNX e produtos de outros fabricantes graças à requerida certificação;
- É um produto de qualidade, visto que a ISO 9001 tem que ser respeitada por todos os fabricantes;

- A implementação e configuração de produtos KNX é baseada numa única ferramenta chamada ETS (*Engineering Tool Software*);
- Pode ser usado em diversas aplicações, tais como, iluminação, ar condicionado, gestão de energia, segurança, controlo de acessos, etc;
- É adaptável a diferentes tipos de edifícios;
- Suporta diversas transmissões, como por exemplo, radiofrequência e Ethernet;
- Pode ser acoplado a outros sistemas, DALI, Modbus, BACnet, etc;
- Existem mais de 400 fabricantes em mais de 35 países;
- É uma instalação de fácil adaptação a futuras alterações;
- Pode poupar até um máximo de 50% de energia em uma instalação.

2.3.2. DALI

A sigla DALI traduz-se num padrão internacional, que foi concebido com vista a melhorar o controlo da iluminação nas aplicações locais de controlo de ambientes e perante a possibilidade de se poder conectar com os outros sistemas de gestão dos edifícios[21]. Este padrão é determinado pela norma IEC60929 e garante a interoperabilidade de dispositivos de regulação de vários fabricantes, o que transmite, aos projetistas, fabricantes de luminárias, construtores, instaladores e utilizadores finais, a segurança de várias fontes de fornecimento[21]. Neste sentido, importa acrescentar que este padrão internacional, uma norma *standard*, foi desenvolvido para a gestão inteligente da iluminação e resultou da colaboração conjunta de vários fabricantes líderes do mercado da iluminação, com a grande finalidade de disponibilizar soluções padrão e, ao mesmo tempo, consolidadas ao nível da iluminação, para dar respostas simples a problemas difíceis[22].

2.3.2.1. Vantagens

A tecnologia DALI foi desenvolvida com o objetivo de melhorar a oferta em termos de iluminação e em todos os componentes que esta integra e são várias as vantagens que decorrem da sua utilização, pois não só é eficaz para a seleção de informações, como a situação de luminárias com defeito[21], como também se percebeu, no ponto anterior, que esta acarreta poucos custos e responde a diversos problemas.

De acordo com o seu manual, a tecnologia DALI apresenta inúmeros benefícios, entre os quais se passam a discriminar[22]:

- Montagem fácil do circuito de controlo das luminárias, não sendo necessária a formação de grupos, nem especial atenção à polaridade dos condutores;
- Possibilidade de controlo individual (endereçamento individual) ou de grupos (endereçamento de grupo) de luminárias;
- Mensagens de aviso de estado, como falha de uma lâmpada, são possíveis através de relatórios de alerta que podem ser individuais, de grupo ou gerais;
- O controlo simultâneo de todas as luminárias é possível a qualquer momento através da transmissão endereçável;
- Não são expectáveis interferências na comunicação de dados devido à estrutura de transmissão simplista;
- Pesquisa automática de dispositivos de controlo;
- Formação de grupos feita de forma simplificada através do "piscar" das lâmpadas;
- Regulação automática e em simultâneo de todas as luminárias quando selecionada uma cena pré-definida;
- Comportamento logarítmico da regulação (*dimming*), correspondendo à sensibilidade dos olhos;
- Sistema com inteligência atribuída a cada luminária, onde cada uma contém informação relativamente ao seu endereço individual, grupo de controlo, cenários, ou tempo de desvanecimento da iluminação;
- A tolerância operacional das lâmpadas pode ser guardada como valor padrão;
- A velocidade de desvanecimento (*fading*) pode ser ajustada, quer seja individual ou em grupo;
- Identificação do tipo de unidade instalada;
- Podem ser escolhidas opções para iluminação de emergência, através da seleção de balastros específicos e nível de *dimming*;
- Não há necessidade de ligar/desligar o relé externo da alimentação das luminárias, uma vez que todo o controlo (de potência e transmissão de sinal) é assegurado eletronicamente pelos balastros DALI;
- Menores custos e mais funções quando comparado com o sistema 1-10V.

2.3.2.2 Principais características

Enquanto delicado padrão internacional de controlo de iluminação, o DALI apresenta características bastante específicas e as quais se passam a destacar em seguida [21]:

- Não pode ser utilizado para controlar outros sistemas;
- Permite a interface entre os sistemas da automatização do edifício quando são necessários relatórios de supervisão remota e emissão de ordens de serviço;
- Como cada unidade na rede DALI tem um endereço, é possível comunicar diretamente com cada componente;
- O fluxo de informação é bidirecional, pois não só comanda o nível de iluminação, como permite aceder a informação sobre as condições dos equipamentos;
- É de fácil reconfiguração e é igualmente fácil adicionar novos componentes;
- O número máximo dos endereços individuais disponíveis no padrão de DALI é 64;
- A corrente máxima da fonte de DALI é indicada como 250 mA;
- Permite a combinação de produtos de diferentes fabricantes;
- Taxa de transmissão de dados efetiva de 1200 bits/seg: este valor permite uma operação do sistema DALI sem qualquer interferência no sinal de controlo;
- A segurança ao nível da operação do DALI é assegurada através de uma faixa de tensão, denominada tensão de interferência, localizada entre os emissores e os recetores;
- A fonte de alimentação do bus DALI suporta uma corrente máxima de entrada de 250mA, enquanto os participantes ligados ao bus devem ter um consumo máximo de 2mA cada, sendo que o seu consumo afeta a escolha da fonte de alimentação;
- O bus DALI é composto por dois condutores de igual secção, isolados entre si, que asseguram a transmissão do sinal. Estes podem ser instalados juntamente com os condutores de potência, num cabo conjunto;
- Não são necessárias resistências terminais no *bus*;
- Nível de *dimming* de 0,1% a 100%: o nível mínimo de *dimming* pode variar entre fabricantes, no entanto esta curva é normalizada e adaptada à sensibilidade humana;
- É possível configurar o tempo de dimming, nomeadamente a velocidade de transição da iluminação;

- Em caso de falha, entra em operação um modo de emergência pré-programado que ajusta automaticamente a iluminação;
- Com a tecnologia DALI é possível criar e guardar até 16 cenários diferentes;
- Mediante a utilização de *gateways* é possível integrar o DALI a outros sistemas, como por exemplo o KNX (gateway DALI/KNX);
- Uma vez fisicamente instalado, o DALI pode ser reconfigurado através de programação, sem o prejuízo de alterar componentes ou ligações;
- Uma instalação equipada com o sistema DALI é flexível, pelo que a inserção de novos componentes ao sistema pode ser feita, desde que sejam cumpridos os pressupostos de número máximo de equipamentos ligados ao bus, consumo individual destes e comprimento máximo do *bus*.

3. Caso de Estudo

3.1. Descrição do Edifício

O edifício para o qual se realizaram os projetos de eletricidade e de GTC é classificado como edifício de serviços, mais precisamente uma clínica médica. Esta está inserida num centro comercial, shopping "Espaço Guimarães", sendo constituída por 3 pisos.

No piso 0 da clínica encontra-se a entrada das instalações, onde se pode ter acesso à receção e escadas rolantes e elevador de acesso ao piso 2. Neste piso existem também gabinetes médicos de diferentes especialidades, 35 gabinetes de consulta normal (Tipo I), 4 gabinetes de ginecologia (Tipo II), 3 salas de tratamento, sala com destino a colheitas, laboratório, uma zona de espera, áreas técnicas, instalações sanitárias, *BackOffice*, sala de amamentação e sala de reuniões. Ainda no piso 0 existe um bloco operatório com sala de operações, vestiários, instalações sanitárias, copa, sala de recuperação, sujos, limpos e zona de desinfeção para material das cirurgias.

No piso 1 existe unicamente uma zona técnica que terá acesso apenas a partir de umas escadas verticais (escadote técnico) localizadas numa zona restrita a pessoas autorizadas. Esta piso intermédio será para o alojamento das máquinas de aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC).

O piso 2, tal como no piso 1, é constituído por vários gabinetes médicos, 15 gabinetes de dentária (Tipo III), 3 gabinetes de ecografia, ginásio terapêutico e respetiva sala de tratamentos, gabinete de mamografia, ortopantomografia, recobro, instalações sanitárias, uma sala dedicada aos gases medicinais, lixos, limpos e salas de desinfeção. Existe também uma zona de imagiologia, constituída por uma zona de controlo e as salas de ressonância magnética (RMN), raio-X e tomografia axial computorizada (TAC).

3.2. Análise e levantamento de necessidades

Para dar início ao projeto elétrico e de GTC é primeiramente oportuno verificar as instalações do edifício e fazer uma análise ao projeto de arquitetura. A visita ao shopping foi feita com o intuito de se perceber de onde seria feita a alimentação de energia e se esta seria feita através do posto de transformação (PT) existente no edifício ou se era necessária a instalação de um único PT para alimentar a clínica. Através da arquitetura foi possível saber a localização de determinados equipamentos indispensáveis ao funcionamento das instalações, interpretar onde se localizaria a futura passagem das canalizações, determinar a localização dos quadros elétricos e, ainda, perceber como estariam divididas as diferentes especialidades médicas.

Concluída a visita e após o dimensionamento dos equipamentos das diferentes especialidades envolvidas constatou-se que a clínica iria ser alimentada através do PT do edifício. A ligação é então feita do quadro geral de baixa tensão (QGBT) até ao quadro geral de entrada (QGE) da clínica, existindo uma potência disponibilizada de 198 kVA. O posto de transformação está localizado no piso 2, sendo que desta forma o QGE foi instalado numa área técnica próxima ao PT, de forma a diminuir o comprimento do cabo de entrada.

A arquitetura da clínica foi vital para a definição da localização dos quadros elétricos. No piso 0 as alimentações foram divididas em 4 diferentes zonas com a distribuição de energia feita através do quadro do piso 0 (QP0), quadro do piso 0.1 (QP0.1), quadro do piso 0.2 (QP0.2) e quadro do piso 0.3 (QP0.3). Existe ainda a zona do bloco operatório onde se assumiu um quadro independente para todas as instalações referentes ao mesmo (quadro do bloco operatório – QBO). Para o piso intermédio foi dimensionado um quadro para alimentar os equipamentos de AVAC e os circuitos de iluminação e tomadas desta mesma zona. No piso 2 há também uma separação das alimentações para distintas zonas. Neste caso a divisão foi realizada consoante a especialidade médica, pois a divisão das zonas é mais clara. Assim sendo, existe um quadro que faz a distribuição da energia para a imagiologia (quadro de imagiologia – QI), outro para a medicina dentária (quadro de medicina dentária- QMD) e para a zona de reabilitação (quadro de medicina de reabilitação – QMR). Na área da imagiologia existem 3 salas de exames e, de forma a dar o devido funcionamento a estas, foi solicitada a instalação de um quadro de especialidade em cada sala.

No âmbito do sistema de gestão técnica centralizada (SGTC) há a necessidade de instalar um quadro por piso (piso 0 e 2) com a garantia de que os equipamentos são monitorizados de forma eficiente e no intuito de diferenciar as ligações por piso.

Em toda a clínica encontram-se dispositivos que necessitam de estar em constante funcionamento, ou seja, sem que haja quebras da continuidade do serviço de energia elétrica. Neste sentido terão que ser dimensionadas UPS (*Uninterruptible Power Supply*), uma dedicada a equipamentos e tomadas de uso socorrido, uma segunda para equipamentos de segurança de incêndio e, ainda, uma terceira de forma a alimentar o bloco operatório.

Devido à existência do bloco operatório e relacionado também com os gastos financeiros que uma paragem no funcionamento da clínica iria trazer não pode existir de forma alguma uma falha na chegada de energia, visto que coloca também em perigo a vida de humanos. Assim sendo, teve-se em conta que no caso de falha da alimentação normal e, ainda, após a passagem do tempo limite do uso da UPS optou-se pela instalação de um grupo gerador a gasóleo.

Para a iluminação do estabelecimento médico selecionou-se a posição das luminárias através de um estudo luminotécnico pedido a uma empresa externa. Nos circuitos de tomadas existe uma distribuição coesa e uniforme, apesar de que nos gabinetes médicos a seleção ter sido feita conforme o pedido do cliente.

3.3. Projeto Elétrico

3.3.1. Distribuição e Alimentação de Energia

Toda a instalação é alimentada em Baixa Tensão, a partir do posto de transformação existente no *Shopping* "Espaço Guimarães", desde o QGBT até ao QGE que se encontra na área técnica mais próxima.

Sabendo que a potência de entrada da instalação é de 198 kVA, a canalização é de 2xØ75 XZ1(frt, zh) 4x70mm^2, portinhola equipada com fusível de 315A (ver ponto 3.3.8), onde termina o ramal da instalação.

Figura 7 – Exemplo de um QGBT[23]

De modo a alimentar certas cargas consideradas críticas dimensionaram-se 3 UPS. A primeira (para os circuitos de socorro) no intuito de alimentar circuitos de tomadas e equipamentos como servidores, frigoríficos, máquinas de uso médico e a Central de Deteção de Incêndio (CDI) tem uma potência de 60 kVA, 400/400Vac, de 10 minutos de autonomia. A marca de referência escolhida para a mesma é a GTEC, modelo NS3060 de dupla conversão, ou uma equivalente.

Figura 8 – UPS trifásica da série NS3000 da GTEC[24]

Para assegurar o funcionamento dos equipamentos de segurança de incêndio, tais como o ventilador de desenfumagem e o ventilador de pressurização, utilizou-se uma UPS de 20 kVA, 400/400Vac, com 1 hora de autonomia. Tem como referência a marca LEVER, modelo SLE, referência SLE3320SC, ou equivalente.

Em terceiro lugar foi dimensionada uma UPS para assegurar o funcionamento do bloco operatório. Este que, em caso de falha de energia, para além de por em risco equipamentos, pode colocar em risco a vida de pessoas. Nesse sentido a UPS a instalar será de 10 kVA, 400/400Vac de 1 hora de autonomia. A marca a considerar é a mesma da UPS de segurança de incêndio, mas de modelo com a referência SLE3310SC.

A escolha das diferentes UPS teve em conta o somatório das potências de todos os equipamentos a cada uma destas ligados, aplicando um fator de simultaneidade que fez com que se chegasse às potências de cada uma, anteriormente apresentadas. Todas elas são trifásicas devido ao simples facto da maioria dos equipamentos funcionar a 400Vac.

No caso de uma falha prolongada do serviço de energia elétrica, será assegurada a alimentação através de uma fonte de produção interna, um grupo eletrogéneo (GE). Este tem como características uma canópia insonorizada, tem arranque automático, potência de 66 kVA em emergência (ESP – *Emergency Standby Power*), 60 kVA em estado de fornecimento de energia primária (PRP – Prime Power), com fator de potência de 0.8, 50Hz às 1500 rpm. Como referência de qualidade o grupo gerador a instalar será da marca KOHLER-SDMO, que é representada pela Auto Sueco, modelo J66K. Este está instalado na cobertura, conforme em projeto (peças desenhadas) e entra em serviço automaticamente, após falha da rede de alimentação normal ou até mesmo após uma falha parcial, o que originará um disparo do sistema de proteções.

Sempre que o GE estiver na posição de automático terá a capacidade de ligar sem qualquer intervenção humana caso haja desequilíbrio de tensão em mais de 10% em qualquer uma das três fases, ou mesmo quando existir assimetria entre as fases (± 10%). No quadro de transferência de cargas (QTC) estará instalado um relé que, em caso de falha ou assimetria das fases no grupo, fará com que este realize a mudança na alimentação da instalação. De forma a garantir o bom funcionamento do GE este deve ser temporizado para que depois de ligado mantenha o seu funcionamento durante um tempo a fixar, pois pode haver um retorno imediato da energia da rede de alimentação normal e, assim, evita-se paragens e arranques sucessivos. O quadro de comando do mesmo deverá ser equipado com uma botoneira do tipo "coup-de-poing", que permita o corte de emergência em qualquer situação.

O dimensionamento do Grupo Eletrogéneo foi feito tendo em conta o mesmo princípio utilizado para o dimensionamento das UPS. Desta forma, foi admitida uma potência aproximada de 60 kVA, potência necessária para fazer a distribuição de energia aos quadros a este interligados, que por conseguinte fazem a ligação aos restantes circuitos.

Figura 9 – Grupo Eletrogéneo[25]

O motor que se encontra no interior do grupo tem as seguintes características:

Tabela 3 – Características do motor do GE

Marca	JOHN DEERE
Modelo	4045TF120
Número de cilindros	4
Disposição dos cilindros	L
Cilindrada	4,48 L
Diâmetro	106 mm
Curso	127 mm
Rotação RPM nominal	1500 Rpm
Potência máxima mecânica em emergência à rotação nominal	70 kW
Regulação de frequência	+/- 2.5%
Tipo do regulador	MECÂNICO
Consumo de combustível (a 100% da carga)	16 L/h
Consumo de combustível (a 75% da carga)	12 L/h

Já o alternador do mesmo é equipado com:

Tabela 4 – Características do alternador do GE

Marca do Alternador	KOHLER
Modelo	KH00771T
Potência nominal em contínuo @ 40°C	63 kVA
Potência em emergência @ 27°C	71 kVA
Rendimento a 4/4 da carga	90,2%
Número de fases	3
Regulação da tensão	± 1,0%
Facto de potência	0.8
Sobrevelocidade	2250 rpm
Número de polos	4
Classe de isolamento	H
Classe de proteção	IP23

3.3.2. Regime de Ligação à Terra

O edifício onde se encontra a clínica está enquadrado em um regime de terras a que não houve acesso. Apesar disso, todas as ligações equipotenciais estão ligadas ao sistema de terras do edifício, exceto o bloco operatório.

O bloco operatório, local de especial atenção, é uma zona onde não podem, de modo algum, ocorrer quebras na alimentação de energia elétrica. Consequentemente, optou-se pelo regime de ligação à terra IT, de forma a evitar o corte ao primeiro defeito e manter o funcionamento normal da instalação. Em conformidade com este sistema, irá acoplar-se um controlador permanente de isolamento para monitorizar estes defeitos. Após este primeiro defeito é necessário que o responsável pela instalação se desloque ao local para perceber qual a origem do mesmo, pois no caso de um segundo defeito o sistema TT será o que vai atuar, de acordo com a secção 413.1.5.5 das regras técnicas de instalações elétricas de baixa tensão[8].

Na possibilidade de o bloco operatório e o sistema de segurança de incêndio passar ao funcionamento através da alimentação das UPS, tem que se garantir o regime de ligação à terra IT. Posto isto, associado à UPS de Segurança Médica e de Segurança de Incêndio, previu-se um transformador de isolamento de 10kVA e um de 20kVA, respetivamente, 400V/400Vac, mais uma impedância de elevado ganho, através da qual se liga um ponto neutro à terra. Mais uma vez, aqui será indispensável assinalar a presença de defeitos na instalação e de forma a monitoriza-los será instalado um Controlador Permanente de Isolamento (CPI).

Figura 10 – Controlador Permanente de Isolamento (CPI)[26]

3.3.3. Canalizações

As canalizações são compostas por cabos e pelo tipo de suporte que faz com que os cabos sejam suportados e/ou guiados. Para a clínica foram definidos cabos com a alma condutora com uma determinada secção, definida no dimensionamento (ver ponto 3.3.8). Na utilização de tomadas de uso geral o cabo terá sempre 2.5 mm^2 de diâmetro do condutor. O isolamento previsto é em policloreto de vinilo (PVC), que será enfiado em tubo oculto em teto falso ou em certos casos embebido na parede. O tubo é definido de acordo a secção e número de cabos, mas com um mínimo de 25 mm^2, sendo que o raio de curvatura mínimo dos tubos carecerá de não ser inferior a seis vezes o seu diâmetro exterior.

Os cabos terão que obedecer a normas estabelecidas e, para isso, as cores dos condutores serão preto, castanho e cinzento para as fases, azul para o neutro e verde/amarelo para a terra de proteção.

Os tubos a utilizar na instalação, quando ocultos nos elementos construtivos serão do tipo Isogris, sempre que enterrados serão tubos em PVC ou polietileno de alta densidade (PEAD) e obedecendo à norma a NP1070. No que diz respeito à não propagação das chamas e aos tubos livres de halogéneos, deverão estar de acordo com as normas EN 61386-1-22-23 e 24 e NP EN 50267, respetivamente.

Nas zonas onde há maior concentração de cabos optou-se por passa-los em caminho de cabos perfurado. Os mesmos serão compartimentados, de forma a separar as correntes fortes das fracas. Deste modo, foram preconizados caminhos de cabos da OBO, modelo RKS-Magic, em aço galvanizado com encaixe rápido, mais suportes de 3 em 3 metros com dimensões variáveis de 150x60mm a 400x60mm.

Em certas zonas foi ainda necessário a instalação de calhas técnicas com o intuito de facilitar a instalação em zonas como a receção. Para isso foram escolhidas calhas com dimensões de 90x65mm (lxa), com tampa de 75mm de largura e preparada para receber aparelhagem embutida da marca Efapel, série 16.

3.3.4. Quadros Elétricos

Um quadro elétrico é um dos equipamentos com mais importância numa instalação elétrica, pois este faz o controle da distribuição de energia, protegendo também toda a instalação a jusante. É neste que estão instalados os equipamentos de proteção, corte e por vezes de comando.

No caso de estudo os quadros têm a forma de armário com painel frontal e porta, que podem ser de fixação mural saliente ou embebida. Podem ser fabricados em chapa de aço eletrozincado de 1,5mm de espessura, tratados contra a corrosão ou com material termoplástico desde que reunidas as mesmas caraterísticas elétricas e mecânica classificando o quadro com classe de isolamento II.

Os quadros elétricos têm que estar protegidos contra as ações mecânicas e contra a penetração de corpos sólidos e líquidos, sendo o índice de proteção dos mesmos, respetivamente, IK07 e IP40, segundo a CEI 61439-3 e de acordo com o ambiente e utilização do local onde estes estarão instalados. Junto a cada quadro existe um ligador amovível no qual irá ligar o condutor de terra de proteção de um lado e do outro o barramento de terra de onde partirão os condutores de proteção que têm origem no ramal de alimentação da instalação, sendo que estas ligações são feitas com terminais apropriados de aperto mecânico.

Os barramentos utilizados são de cobre eletrolítico, de secção retangular, pintados com as cores regulamentares, preto, castanho e cinzento para as fases, azul para o neutro e verde/amarelo para a terra de proteção.

Os quadros, todos eles trifásicos, estão equipados com um aparelho de corte geral e omnipolar, um barramento, proteção diferencial e proteção contra sobreintensidades em todas as saídas. Possuem interruptores gerais do tipo modular, tetrapolares com comando por báscula de corte brusco e interruptores diferenciais de corte omnipolar de média (300mA) e alta sensibilidade (30mA). Todos eles contêm reservas não equipadas para que no caso de ser necessária a instalação de um aparelho, ou equipamento elétrico, que necessite de um novo circuito, exista essa possibilidade.

A clínica médica terá quadros que fazem a distribuição de energia da rede de alimentação normal e quadros que distribuem energia proveniente das UPS. Os quadros do piso 2 alimentados pela rede normal são o Quadro Geral de Entrada (QGE), Quadro de Transferência de Carga (QTC), Quadro da Imagiologia (QI), Quadro da Medicina de Recuperação (QMR), Quadro da Medicina Dentária (QMD), Quadro do Compressor (QCOMP) e Quadro de AVAC 1 (QAVAC1). No piso 1 encontra-se apenas o Quadro de AVAC 2 (QAVAC2). No piso 0 está o Quadro do Piso 0 (QP0), Quadro do Piso 0 (0.1) (QP0.1), Quadro do Piso 0 (0.2) (QP0.2), Quadro do Piso 0 (0.3) (QP0.3) e Quadro do Bloco Operatório (QBO).

Para a distribuição de energia proveniente da UPS de 60kVA colocou-se no piso 2 o Quadro Geral da UPS (QGUPS), Quadro de Imagiologia UPS (QI_UPS), Quadro de Medicina de Recuperação da UPS (QMR_UPS), Quadro de medicina Dentária da UPS (QMD_UPS). No piso 0 existe o Quadro da UPS do Piso 0 (QP0_UPS), Quadro do Piso 0 (0.1) da UPS

(QP0.1_UPS), Quadro do Piso 0 (0.2) da UPS (QP0.2_UPS), Quadro do Piso 0 (0.3) da UPS (QP0.3_UPS) e Quadro do Bloco Operatório UPS (QBO_UPS).

Existem ainda os quadros de alimentação de segurança médica e de incêndio, nomeadamente, o Quadro da Sala de Operações (QSO) e o Quadro de Desenfumagem (QD).

Os quadros de especialidade, tais como o Quadro da TAC (QTAC), foram fornecidos pelos fabricantes, sendo da responsabilidade do projetista apenas alimentar os mesmos.

Propõe-se como marca de referência o modelo UNIVERSO, da Hager, com porta de montagem encastrada ou saliente, com uma profundidade de 205mm e largura e altura variável, dependendo do número de módulos, que pode variar entre 300-1300mm e 500-1950mm, respetivamente. A aparelhagem a instalar em cada quadro deverá ter as mesmas características que estão indicadas no pormenor de cada quadro elétrico (peças desenhadas), dando-se especial atenção ao poder de corte, que deverá ser igual ou superior aos valores indicados, de acordo com as normas NCF 61-410 E IEC-898.

Figura 11 – Armário de modelo UNIVERSO da marca Hager[27]

3.3.5. Cortes de Energia

Em caso de incêndio ou de emergência será imprescindível existirem na instalação botoneiras para o corte imediato de energia em toda a instalação. Este tipo de tecnologia está destinado a garantir o fecho da alimentação de energia elétrica de toda ou de uma parte da instalação.

As botoneiras a utilizar na instalação serão três, sendo que uma irá fazer o corte geral de energia da clínica no Quadro Geral de Entrada, atuando na bobina MX do QGE. Uma segunda botoneira fará o corte geral da energia socorrida no Quadro Geral da UPS, atuando desta vez na bobina MX do QGUPS e uma terceira que fará o corte de energia do Quadro de Desenfumagem, que atuará na bobine MX do QD.

Aquando da atuação da botoneira irá ser injetada uma corrente nas bobines MX que originará a o seu disparo, tal como na imagem em baixo:

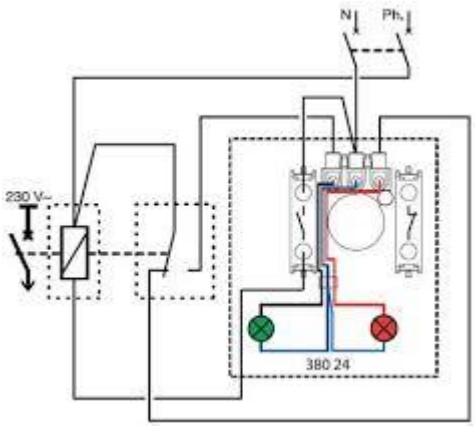


Figura 12 – Esquema de ligação da botoneira[28]

3.3.6. Tomadas e Equipamentos

Em toda a clínica serão instaladas tomadas para uso geral e tomadas dedicadas a equipamentos. Para alguns equipamentos serão previstas caixas terminais, pois existem equipamentos que por motivos de segurança e eficiência da instalação não são fabricados com o conetor que interliga à tomada.

As tomadas de uso geral são para uso de aparelhos que não ultrapassem uma corrente nominal de 16A, sendo os circuitos das mesmas protegidos por disjuntores de 16A. Estas serão monofásicas, dotadas de alvéolos protegidos, com borne de terra do tipo "shucko" para montagem embebida e com IP adequado ao local onde irão estar instaladas. As tomadas foram distribuídas uniformemente pela clínica, mas com um máximo de oito tomadas por cada circuito independente. Prevê-se ainda que em obra sejam instaladas a 30cm acima do chão, exceto se indicado nas peças desenhadas uma altura diferente.

A maioria dos equipamentos elétricos terá um circuito dedicado de acordo com a potência, a corrente de serviço respetiva e as demais variáveis que afetam no dimensionamento dos aparelhos de proteção do circuito, terminando numa caixa de ligação, em tomada ou até mesmo ligado diretamente à própria máquina. Existe instalado no respetivo quadro elétrico proteção de alta sensibilidade (30mA), no sentido de proteger os equipamentos da instalação. De forma a garantir a segurança da instalação, todos os circuitos de abastecimento de águas, serão ligados à de terra de proteção, estando assim equipotencializados, através de um condutor de cobre de $6mm^2$ com isolamento da cor verde/amarelo.

3.3.7. Iluminação

Dado que o edifício apresenta grandes dimensões, optou-se por um tipo de instalação de iluminação diferente do comum, a tecnologia DALI. Com o fim de melhorar a eficiência energética da clínica e de forma a existir maior facilidade no controlo da iluminação adotou-se este moderno sistema. Esta tecnologia fará com que a iluminação e de segurança sejam controladas por domótica, pelos protocolos DALI e KNX. Através do ponto 3.5 é possível perceber como foi implementado o sistema "inteligente" de iluminação.

A iluminação de segurança permite em caso de falha da iluminação normal ou corte de energia, a evacuação fácil e segura de todos os ocupantes para o exterior do edifício, e a realização das manobras de socorro ou segurança. É dotada de blocos de alimentação autónoma, contemplando a iluminação de circulação e a de ambiente.

Preconizaram-se blocos com alimentação autónoma para 60min, por baterias de NiMH (níquel-hidreto metálico**)** recarregáveis automaticamente, com lâmpada Led, levando colado sobre o difusor uma etiqueta sinalética de carateres brancos sobre fundo verde, do tipo permanente. As luminárias devem ser de Classe de Isolamento II e apresentar o Índice de Proteção adequado ao código de Influências Externas de cada espaço.

Com a aplicação das Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão, os Estabelecimentos Recebendo Público são classificados em função da sua lotação. Deste modo, verifica-se que o edifício, classificando-se como um Edifício do Tipo Hospitalar, é classificado na 3ª categoria, determinando que a iluminação de segurança seja do tipo B. Optou-se, no entanto, por uma iluminação de segurança, constituída por blocos autónomos, do tipo "permanente" (iluminação de segurança do tipo B).

3.3.8. Dimensionamento

Para o dimensionamento das canalizações e aparelhos de proteção destas teve-se em conta o cálculo da queda de tensão e as correntes de curto-circuito em cada troço. Um troço poderá ser entendido por uma canalização que interliga dois pontos de uma instalação, ou seja, que ligue um quadro elétrico a outro ou até de um quadro a um equipamento.

O tipo de cabos a utilizar em toda a clínica tem a designação de, XZ1(frt)(zh), pois este cabo é constituído por poliolefina livre de halogéneos (Z1) como bainha exterior e polietileno reticulado (X) para o isolamento, de acordo com a IEC 60502-1. A utilização deste cabo torna a instalação mais segura, pois em caso de incêndio estes não emitem gases tóxicos e corrosivos, para além de proteger as pessoas e evitar possíveis danos aos equipamentos elétricos.

Considerou-se ainda como regra para a presente instalação que os circuitos de tomadas de usos gerais teriam canalizações pré-definidas de Ø25 XZ1(frt)(zh) 3G2,5. A canalização dos circuitos de iluminação será escolhida conforme os critérios da tecnologia DALI. Já no caso dos diferentes circuitos de equipamentos, o dimensionamento dependerá da potência, comprimento, e as demais variáveis que entram no cálculo da queda de tensão e correntes de curto-circuito.

A canalização de entrada e os restantes circuitos que farão a distribuição da energia entre os quadros elétricos instalados encontram-se dimensionados na tabela seguinte:

Tabela 5 – Dimensionamento dos cabos de alimentação da instalação

Dimensionamento de canalizações elétricas e proteções																								
Origem	Destino	Potência Ativa	Potência Nominal	Corrente Serviço	Proteção			Canalização		Compr.	Met. Ref[a]	Corrente Ref[a]	Corrente Admis.	In<Iz	Limite Térmico da Canalização	Corrente Conv. Funcion.	I2<1,45Iz	Queda Tensão				Icc máx.
					Tipo	Calibre																
		P (W)	Sb (VA)	Ib (A)		In (A)	nº	Cabo	Tubo	m		Iz (A)	Iz (A)		I2 = 1,45 Iz (A)	(A)		(V)	ΔU (%)	Total (%)		(kA)
Portinhola	QGE	158400	198000	285.8	F	**315**	2	2x (XZ1 (zh, frt) 4x70)	2xØ75	10	E	492	354.24	OK	513.648	504	OK	0.50	**0.22**	0.22	<1.5%	10
QGE	QMD	44285	55356	79.9	D	**80**	1	XZ1 (zh, frt) 5G25	Ø63	30	E	127	91.44	OK	132.588	116	OK	1.84	**0.80**	1.02	<3%	6
QGE	QMR	34913	43641	63.0	D	**63**	1	XZ1 (frt, zh) 5G16	Ø50	50	E	100	72	OK	104.4	91.35	OK	3.69	**1.61**	1.83	<3%	6
QGE	QI	69276	86596	125.0	D	**125**	1	XZ1 (frt, zh) 5G50	Ø75	17	E	192	138.24	OK	200.448	181.25	OK	0.87	**0.38**	0.60	<3%	6
QI	QRM	27657	34572	49.9	D	**50**	1	XZ1 (frt, zh) 5G10	Ø40	35	E	75	54	OK	78.3	72.5	OK	3.23	**1.40**	2.00	<3%	6
QI	QTAC	44285	55356	79.9	D	**80**	1	XZ1 (frt, zh) 5G25	Ø63	25	E	127	91.44	OK	132.588	116	OK	1.53	**0.67**	1.26	<3%	6
QI	QRX	44285	55356	79.9	D	**80**	1	XZ1 (frt, zh) 5G25	Ø63	25	E	127	91.44	OK	132.588	116	OK	1.53	**0.67**	1.26	<3%	6
QI	QM	44285	55356	79.9	D	**80**	1	XZ1 (frt, zh) 5G25	Ø63	25	E	127	91.44	OK	132.588	116	OK	1.53	**0.67**	1.26	<3%	6
QGE	QAVAC1	110796	138495	199.9	D	**200**	1	XZ1 (frt, zh) 5G95	Ø110	5	E	298	214.56	OK	311.112	290	OK	0.24	**0.10**	0.32	<3%	6
QGE	QAVAC2	34913	43641	63.0	D	**63**	1	XZ1 (frt, zh) 5G25	Ø63	100	E	127	91.44	OK	132.588	91.35	OK	4.84	**2.10**	2.32	<3%	6
QGE	QP0	88675	110844	160.0	D	**160**	1	XZ1 (frt, zh) 5G70	Ø75	45	E	246	177.12	OK	256.824	232	OK	2.20	**0.96**	1.17	<3%	6
QGE	QD	16000	20000	28.9	D	**32**	1	(N)HXH FE180 E30-E60 5G6	Ø40	5	E	54	38.88	OK	56.376	46.4	OK	0.88	**0.38**	0.60	<3%	6
QP0	QP0.1	34913	43641	63.0	D	**63**	1	XZ1 (frt, zh) 5G25	Ø63	80	E	127	91.44	OK	132.588	91.35	OK	2.06	**0.89**	2.07	<3%	6
QP0	QP0.2	27707	34634	50.0	D	**50**	1	XZ1 (frt, zh) 5G16	Ø50	60	E	100	72	OK	104.4	72.5	OK	2.30	**1.00**	2.18	<3%	6
QP0	QP0.3	34913	43641	63.0	D	**63**	1	XZ1 (frt, zh) 5G25	Ø63	50	E	127	91.44	OK	132.588	91.35	OK	2.28	**0.99**	2.17	<3%	6
Gerador	QTC	48015	60019	86.6	D	**100**	1	XZ1 (frt, zh) 5G35	Ø63	70	E	158	113.76	OK	164.952	145	OK	3.41	**1.48**	1.48	<3%	6
QTC	QG_UPS	48015	60019	86.6	D	**100**	1	XZ1 (frt, zh) 5G35	Ø63	5	E	158	113.76	OK	164.952	145	OK	0.24	**0.11**	1.59	<3%	6
QTC	QBO	17731	22163	32.0	D	**32**	1	XZ1 (frt, zh) 5G16	Ø50	75	E	100	72	OK	104.4	46.4	OK	2.81	**1.22**	2.71	<3%	6
QBO	QSO	8003	10004	14.4	D	**20**	1	(N)HXH FE180 E30-E60 5G4	Ø32	5	E	42	30.24	OK	43.848	29	OK	0.33	**0.14**	2.85	<3%	6
QG_UPS	QMD_UPS	11030	13787	19.9	D	**20**	1	XZ1 (frt, zh) 5G6	Ø50	30	E	54	38.88	OK	56.376	29	OK	1.83	**0.80**	2.39	<3%	6
QG_UPS	QMR_UPS	11030	13787	19.9	D	**20**	1	XZ1 (frt, zh) 5G6	Ø50	45	E	54	38.88	OK	56.376	29	OK	2.70	**1.18**	2.76	<3%	6
QG_UPS	QI_UPS	11030	13787	19.9	D	**20**	1	XZ1 (frt, zh) 5G6	Ø50	17	E	54	38.88	OK	56.376	29	OK	1.06	**0.46**	2.05	<3%	6
QG_UPS	QP0_UPS	27657	34572	49.9	D	**50**	1	XZ1 (frt, zh) 5G16	Ø63	45	E	75	54	OK	78.3	72.5	OK	4.23	**1.84**	3.43	<3%	6
QG_UPS	QGTC 1	11080	13849	20.0	D	**20**	1	XZ1 (frt, zh) 5G4	Ø32	5	E	42	30.24	OK	43.848	29	OK	0.51	**0.22**	1.81	<3%	6
QP0_UPS	QP0.1_UPS	11030	13787	19.9	D	**20**	1	XZ1 (frt, zh) 5G10	Ø50	80	E	75	54	OK	78.3	29	OK	2.92	**1.27**	4.70	<3%	6
QP0_UPS	QP0.2_UPS	11030	13787	19.9	D	**20**	1	XZ1 (frt, zh) 5G6	Ø50	60	E	54	38.88	OK	56.376	29	OK	2.18	**0.95**	4.37	<3%	6
QP0_UPS	QP0.3_UPS	11030	13787	19.9	D	**20**	1	XZ1 (frt, zh) 5G6	Ø50	50	E	54	38.88	OK	56.376	29	OK	3.01	**1.31**	4.74	<3%	6
QP0_UPS	QBO_UPS	11030	13787	19.9	D	**20**	1	XZ1 (frt, zh) 5G6	Ø50	27	E	54	38.88	OK	56.376	29	OK	1.61	**0.70**	4.13	<3%	6
QP0_UPS	QGTC 2	11080	13849	20.0	D	**20**	1	XZ1 (frt, zh) 5G4	Ø32	5	E	42	30.24	OK	43.848	29	OK	0.45	**0.20**	3.62	<3%	6

3.4. Projeto de GTC

Um Sistema de Gestão Técnica Centralizada (SGTC) possui mecanismos bastante úteis para a gestão dos equipamentos instalados em edifícios desta dimensão, atuando assim como uma solução de melhoria no que diz respeito aos fatores técnicos, económicos e ambientais.

Este sistema tornou-se obrigatório desde a publicação do Decreto-Lei nº118/2013, de 20 de agosto, aprovado pelo Sistema de Certificação Energética dos Edifícios, pelo Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação e, também, pelo Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços, e transpõe a Diretiva n.º 2010/31/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de maio de 2010, relativa ao desempenho energético dos edifícios.

3.4.1. Arquitetura do SGTC

O SGTC começa por ser constituído por um posto de supervisão, localizado junto à receção da clínica médica. Aqui encontrar-se-á um computador com características atualizadas para o efeito, com capacidade para suportar o sofisticado software e com armazenamento suficiente para o registo dos acontecimentos. Associado ao sistema existe uma unidade gráfica que fornecerá informação da instalação em forma de gráfico, de forma a melhorar a perceção das ocorrências e das funções de controlo.

Em conjunto com o SGTC estão associados servidores de automação a fim de permitir a interligação de VRVs (*Variable Refrigerant Volume*, ou em português, Volume de Refrigerante Variável), analisadores de energia, contadores de energia elétrica, elevadores, escadas rolantes, ventiladores, iluminação, UPSs, o grupo gerador, registos corta-fogo e os demais equipamentos das salas de RMN, TAC e Raio – X. Os servidores deverão ser equipados de portas de acesso Ethernet 10 Base-T para interligarem à *backbone* da clínica e, também, de portas de ligação à rede local.

Posto isto, a arquitetura do SGTC a desenvolver para o presente projeto está dividida em três níveis:

- Nível de Gestão;
- Nível de Automação;
- Nível de Equipamentos de Campo.

Perante o nível de gestão, através do posto de supervisão instalado tem-se o controlo da informação com competência para armazenamento de histórico de episódios e alarmes. Esta tecnologia facilita ao usuário a monitorização de todos os equipamentos, que estão ligados aos servidores de automação, local ou remotamente através de comunicação via Internet. A informação representada neste sistema é recolhida pelos servidores de automação da clínica, que estão instalados no Quadro do Sistema de Gestão Técnica Centralizada. Deste modo, o posto de supervisão possibilita a operação através de telas gráficas dinâmicas, a otimização de funcionamento, a consulta do arquivo histórico com a capacidade de gerar relatórios e a gestão de alarmes e eventos.

Figura 13 – Exemplo de um posto de supervisão de um SGTC[29]

Ao nível da automação existirá uma infraestrutura de comunicação baseada numa rede de comunicações Ethernet, onde estarão ligados os servidores de automação da *Schneider Electric* baseados na solução *SmartStruxure*, operando como centro do sistema que realizará funções determinantes de lógica de controlo, registo de tendência e supervisão de alarme. Estes possuem diferentes utilidades para o controlo de equipamentos de AVAC e dos demais equipamentos elétricos através de módulos de E/S (módulos de entradas e saídas analógicas), que são escolhidos consoante a lista de pontos do projeto. Tal como os servidores de automação, os equipamentos controlados necessitarão também de portas de comunicação para interligação através de plataformas do tipo *BACnet, Lonworks ou Modbus.*

Para o controlo do sistema de AVAC, nomeadamente VRVs, utilizaram-se *gateways* com sistemas terceiros interligando, assim, estes com o SGTC através de uma rede *BACnet*. O sistema de iluminação funciona de igual modo, existindo aqui *gateways Spacelink* para comunicação em KNX.

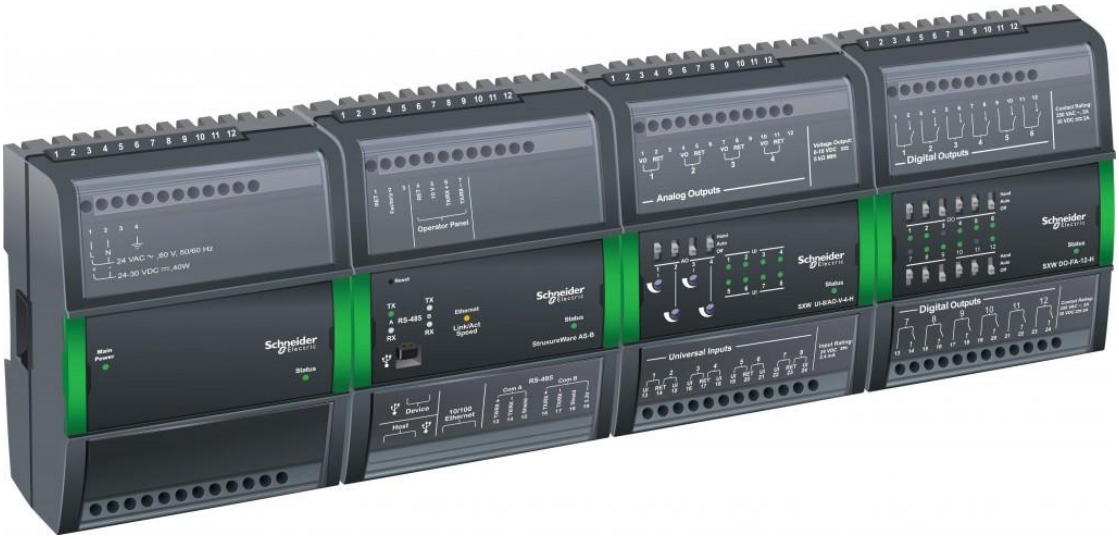


Figura 14 – Servidor de automação da *Schneider Electric*[30]

Para comandar e adquirir grandezas diretamente dos equipamentos de AVAC, iluminação e equipamentos elétricos, todos os equipamentos são compostos por relés e contactores, fazendo estes parte do equipamento de campo. Fazem também parte desta categoria de equipamentos os contadores e analisadores de energia elétrica, que reunirão informação para mais tarde ser armazenada para consulta.

Figura 15 – Analisador de Energia[31]

3.4.2. Lista de pontos

De acordo com as necessidades da instalação foi imprescindível criar uma lista de pontos. Esta lista tem como principais funcionalidades identificar quais os equipamentos que vão ser controlados pelo SGTC e a partir de que quadro de GTC vão ser controlados. Nesta é também possível perceber se nos controladores se encontram entradas ou saídas e se esses sinais são analógicos ou digitais, conseguindo ainda tirar desta análise quais os controladores que monitorizam determinado equipamento de campo.

Esta lista foi criada em formato *Microsoft Excel*, fazendo esta parte de um dos documentos a integrar o projeto de GTC. A tabela Excel a seguir representa parte da lista de pontos a considerar no projeto, sendo que a lista completa se encontra em anexo.

Tabela 6 – Lista de pontos

LISTA DE PONTOS SGTC											
Item	*Destino*	*Descrição*	*Item*	*Fornec.*	*Tipo de sinal*						*Cabos*
					ED	*SD*	*EA*	*SA*	*IMP*	*Pr*	
		PISO 2									
1	QSGTC 1	Comando	VE IS 01	AVAC		1					LIYCY 2x1
2	QSGTC 1	Estado Funcionamneto	VE IS 01	AVAC	1						LIYCY 2x1
3	QSGTC 1	Estado AUTO do Comutador	VE IS 01	AVAC	1						LIYCY 2x1
4	QSGTC 1	Alarme	VE IS 01	AVAC	1						LIYCY 2x1
5	QSGTC 1	Comando	VE IS 02	AVAC		1					LIYCY 2x1
6	QSGTC 1	Estado Funcionamneto	VE IS 02	AVAC	1						LIYCY 2x1
7	QSGTC 1	Estado AUTO do Comutador	VE IS 02	AVAC	1						LIYCY 2x1
8	QSGTC 1	Alarme	VE IS 02	AVAC	1						LIYCY 2x1
9	QSGTC 1	Comando	VE IS 03	AVAC		1					LIYCY 2x1
10	QSGTC 1	Estado Funcionamneto	VE IS 03	AVAC	1						LIYCY 2x1
11	QSGTC 1	Estado AUTO do Comutador	VE IS 03	AVAC	1						LIYCY 2x1
12	QSGTC 1	Alarme	VE IS 03	AVAC	1						LIYCY 2x1
69	QSGTC 2	Comando	VE 02	AVAC		1					LIYCY 2x1
70	QSGTC 2	Estado Funcionamneto	VE 02	AVAC	1						LIYCY 2x1
71	QSGTC 2	Estado AUTO do Comutador	VE 02	AVAC	1						LIYCY 2x1
72	QSGTC 2	Alarme	VE 02	AVAC	1						LIYCY 2x1
21	QSGTC 1	Comando	VE 03	AVAC		1					LIYCY 2x1
22	QSGTC 1	Estado Funcionamneto	VE 03	AVAC	1						LIYCY 2x1
23	QSGTC 1	Estado AUTO do Comutador	VE 03	AVAC	1						LIYCY 2x1
24	QSGTC 1	Alarme	VE 03	AVAC	1						LIYCY 2x1

3.4.3. Equipamentos

Os equipamentos que irão estar em funcionamento durante e fora do período de utilização da clínica têm características bem distintas. Para isso existe a necessidade de distinguir cada um deles de forma a perceber como estarão interligados ao sistema de gestão técnica centralizada.

Sistemas VRV

A instalação irá integrar sistemas VRV, unidades de climatização da marca *Daikin Industries, Ltd.*, que pode ter a designação de VRF (*Variable Refrigerant Flow*) no caso de ser um sistema de outra marca, porque VRV é uma marca comercial da *Daikin*. Este tipo de tecnologia é um sistema de ar condicionado que tem como finalidade alternar o volume de fluido frigorigéneo de um sistema, de acordo com as características do edifício.[32]

A comunicação com o SGTC é realizada pela interligação de uma *gateway* instalada no equipamento VRV, que será fornecida pela marca. Neste tipo de sistemas existem unidades interiores e exteriores, que por comunicação através do protocolo *BACnet* irão estar conectadas aos demais equipamentos instalados.

Os VRVs estarão ligados ao sistema de gestão técnica centralizada com o objetivo de:

- Existir um horário individual para cada unidade interior;
- Agrupar as unidades interiores em grupos, com um horário que se irá sobrepor ao individual;
- Controlar as unidades interiores virtualmente e à distância;
- Definir um horário de emergência, que será a partir do momento em que o operador do sistema quiser desligar todas as máquinas;
- Existir um horário definido para desligar as máquinas em caso de esquecimento do operador.

Contadores de Energia Elétrica

Para análise dos consumos de energia elétrica foram preconizados por cada quadro elétrico contadores e analisadores de energia para monitorizar a energia consumida em cada um deles. Em equipamentos com potência superior a 12kW deve existir um contador de energia para o circuito independente destes, de acordo com o Decreto Lei nº 251/2015.[33]

A contagem dos consumos energéticos terá que ser realizada no âmbito de auditorias energéticas, do Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS) e das operações de gestão e manutenção, onde existirão registos dos consumos anuais, mensais e diários da energia total consumida. Já os analisadores de energia deverão possibilitar a consulta em simultâneo da tensão e corrente das fases dos diversos equipamentos, de acordo com o atual regulamento. Estes aparelhos terão que ser interligados ao SGTC por uma rede de comunicações em *Modbus*, com o objetivo de fazer uma leitura da informação dada pelo analisador, com o fim de estabelecer um histórico de informação a monitorizar.

Iluminação

Em relação à iluminação dos espaços irá haver um sistema de controlo através do protocolo DALI. Esta tecnologia de comunicação com as luminárias da instalação deverá estar ligada ao posto de supervisão do SGTC de modo a existir uma gestão global da instalação em apenas um local e também remotamente. No ponto 3.5 é possível perceber detalhadamente o sistema de iluminação da clínica médica.

Registos Corta-Fogo

Conforme o projeto de segurança contra incêndios em edifícios foi necessário instalar um sistema de registos corta-fogo. Este tipo de instalação está destinada a fazer o fecho de uma certa zona, em caso de incêndio, com a finalidade de criar uma barreira à propagação de fumo e fogo. Este sistema vai ser gerido através de BMS (*Battery Management System*), este que garante uma melhor utilização da energia existente e reduz o risco de danos da bateria, interligando-se ao sistema de GTC a partir de comunicação *ModBus*. O SGTC servirá neste

caso para monitorizar e verificar o bom estado de cada registo corta-fogo, como para fazer o fecho dos mesmos em caso de deteção de alarme.

UTA

As UTA (Unidades de Tratamento de Ar) foram instaladas no edifício no intuito do projeto de AVAC, tendo estas a responsabilidade de extrair ar da clínica, condicioná-lo para as propriedades requeridas e fornecê-lo novamente à instalação. Este tipo de equipamento possui controlo integrado, existindo com o mesmo objetivo a interligação ao SGTC, desta vez através de uma gateway que será interligada pelo protocolo de comunicação *BACnet.*

Ventiladores

Os ventiladores têm como função fazer a extração de ar de um certo espaço por meio de condutas orientadas. Estão ligados ao sistema de GTC de modo a indicar o seu estado de funcionamento, por meio de pressostátos diferenciais de ar, existindo a possibilidade dos ventiladores serem também comandados para extração de ar em caso de alarme.

3.4.4. Software

Para o controlo de todos os equipamentos interligados ao SGTC foi adotado o software da *Easycontrol*, que será instalado no computador do posto de supervisão. Este software terá que funcionar em ambiente *Windows*, onde serão apresentados por meio de telas gráficas o estado dos aparelhos que operam na clínica. A apresentação dos gráficos fará do sistema um aparelho de fácil utilização, fazendo com que os operadores do mesmo contribuam para a otimização da instalação, contribuindo assim para redução nos consumos energéticos e respetiva poupança de energia. Os gráficos a ser visualizados apresentam informação em tempo real e contemplam a funcionalidade de poder, através do rato, comandar diretamente no gráfico os equipamentos. O software vai apresentar, com o acompanhamento de uma fotografia do interior da clínica, a localização de cada equipamento que está a ser controlado pelo SGTC, com a possibilidade de navegar na planta de uma forma direta.

É possível a configuração do software para a emissão de alarmes. Esta opção é significativamente importante, na medida em que sempre que algum equipamento ultrapassar

determinados valores inicialmente definidos pelo utilizador será emitido um alarme sonoro e visual no monitor do posto de supervisão. Por fim, e de modo a garantir a segurança da instalação, o software só será acessível por meio de senha de desbloqueio, não existindo assim o uso indevido do sistema.

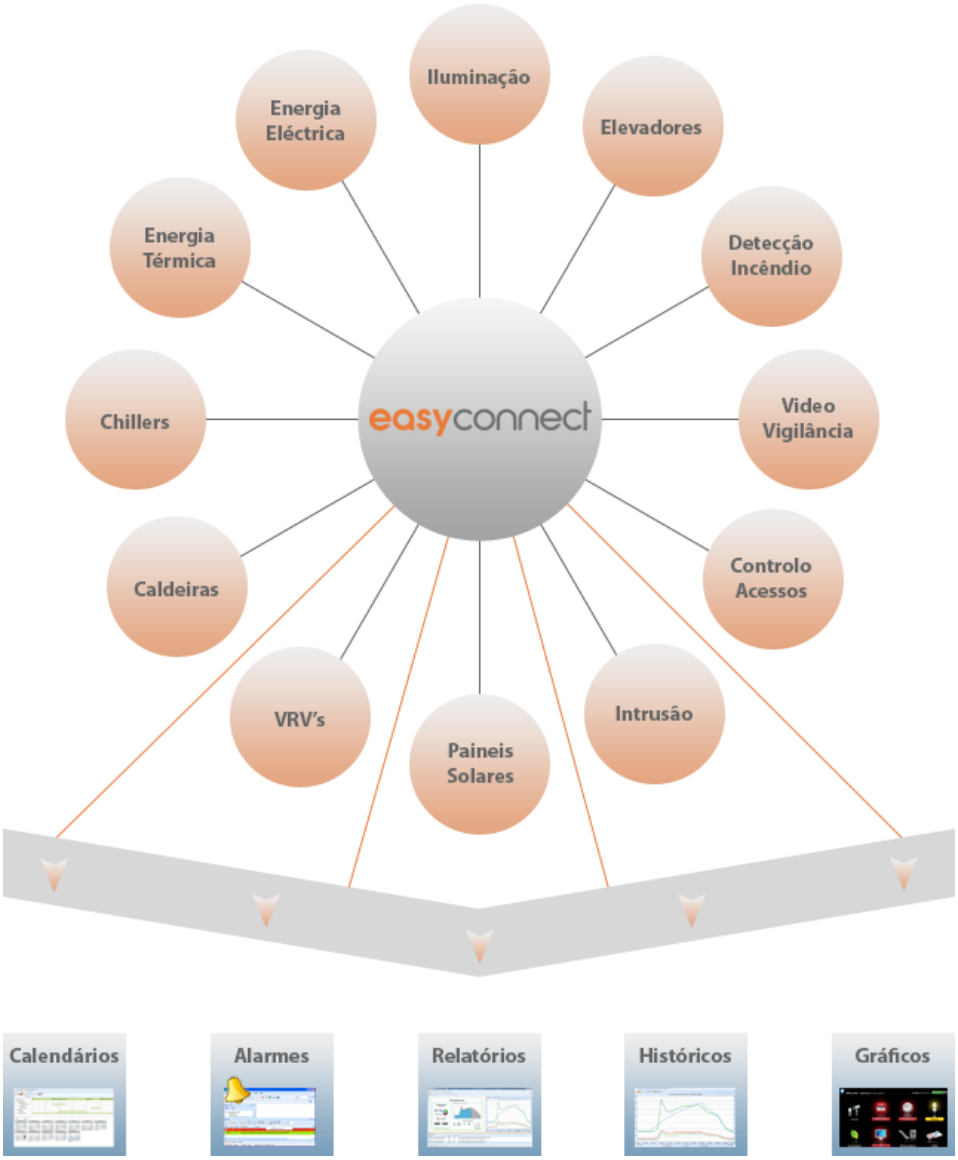


Figura 16 – Imagem ilustrativa do sistema *easyconnect* da *Easycontrol*[34]

3.4.5. Quadros Elétricos

No âmbito do projeto elétrico foram dimensionados os quadros elétricos que farão a distribuição de energia entre os diferentes quadros da clínica, que têm como função alimentar e proteger os diferentes circuitos da instalação. Para além desses existe a necessidade de dimensionar os quadros elétricos de comando e controlo que fazem parte do projeto de GTC.

Para o presente projeto definiu-se um quadro de GTC por piso, ou seja, Quadro do Sistema de Gestão Técnica Centralizada 1 e 2 (QSGTC1 e 2), onde o QSGTC1 se encontra no piso 2 e o QSGTC2 se encontra no piso 0. Nestes quadros estão instalados os controladores com os respetivos acessórios dispostos de forma a evitar o cruzamento de cabos e facilitando, assim, a manutenção dos mesmos. E no sentido de proporcionar aos técnicos de manutenção dos Quadros do SGTC a devida segurança, a tensão destes equipamentos será de 24Vca.

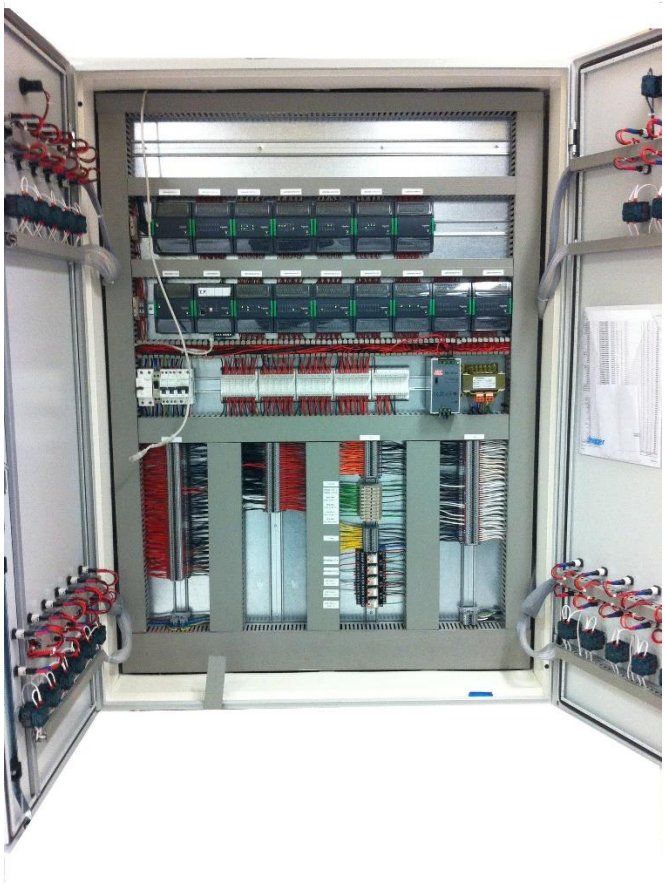


Figura 17 – Quadro de GTC[35]

3.4.6. Cabos de Ligação ao SGTC

Os cabos a utilizar na instalação deverão respeitar o protocolo com que opera o respetivo equipamento a interligar. Assim, temos redes de comunicação *Modbus, Backbone, RS485* e redes com sinais analógicos e digitais.

A rede de comunicação principal do SGTC é uma rede de TCP/IP (*Transmission Control Protocol / Internet Protocol*), onde é feita a interligação dos servidores aos controladores e deverá ser realizada em cabo UTP Categoria 6. Esta rede deverá ser interligada ao sistema informático da clínica fazendo a devida ligação ao bastidor principal através de portas de ligação RJ45.

Os controladores DDC (*Direct Digital Control*) deverão ser interligados através da rede de comunicação RS485 em cabo *twisted pair* do tipo *Belden* 3105A, ou equivalente, que estão instalados nos dois quadros elétricos de AVAC. Para os controladores DDC com sinais do tipo analógicos e digitais deverão utilizar cabos LiYCY, ou equivalente, sendo este tipo de cabo flexível e blindado.

Existirá ainda uma rede de comunicações em *Modbus,* que interliga os analisadores e contadores de energia elétrica através de cabo do tipo *Belden* 9841 ou equivalente.

3.5. Protocolos de Comunicação Utilizados

O controlo da iluminação do estabelecimento será feito através das tecnologias KNX e DALI, tal como foi referido anteriormente. O KNX apresenta-se aqui como um sistema de nível superior, visto que comanda os sensores que farão a interligação ao sistema DALI.

A tecnologia DALI representa um controlo inteligente e funcional da iluminação, sendo que a implementação deste sistema tem como principais objetivos o controlo individual das luminárias, ou de grupos formados por estas, a possibilidade de receber mensagens de aviso do estado das luminárias, no caso de falha das lâmpadas, a regulação automática (*dimming*) em simultâneo das luminárias sempre que selecionado um cenário pré-definido, entre outros.

E com o intuito de melhorar a eficiência do controlo da iluminação de um edifício de grandes dimensões, como é o caso da clínica, implementou-se o sistema apresentado a seguir.

3.5.1. Estudo Luminotécnico

De forma a satisfazer as recomendações da norma europeia EN12464-1/2011[36] foi realizado um estudo luminotécnico das diferentes áreas da clínica com o apoio do software DIALux, cumprindo da melhor forma os níveis de iluminação média. Para o presente estudo foram utilizadas luminárias do catálogo da Indelague[37], adotando uma solução de tecnologia LED.

A Figura 18 representa parte do estudo luminotécnico, sendo esta uma zona de circulação. Este tipo de compartimento de um estabelecimento hospitalar tem como nome *"corridors"*, nome este que foi atribuído através da norma europeia aplicada. Após consulta da mesma é possível perceber que a iluminância média requerida para este tipo de espaço é de 200 lux (unidade de medida da iluminância).

Para os gabinetes de consulta do Tipo I, ou seja, *"examination rooms (general)"*, determinou-se que a iluminância necessária seria de 500 lux, tal como demonstra a Figura 19.

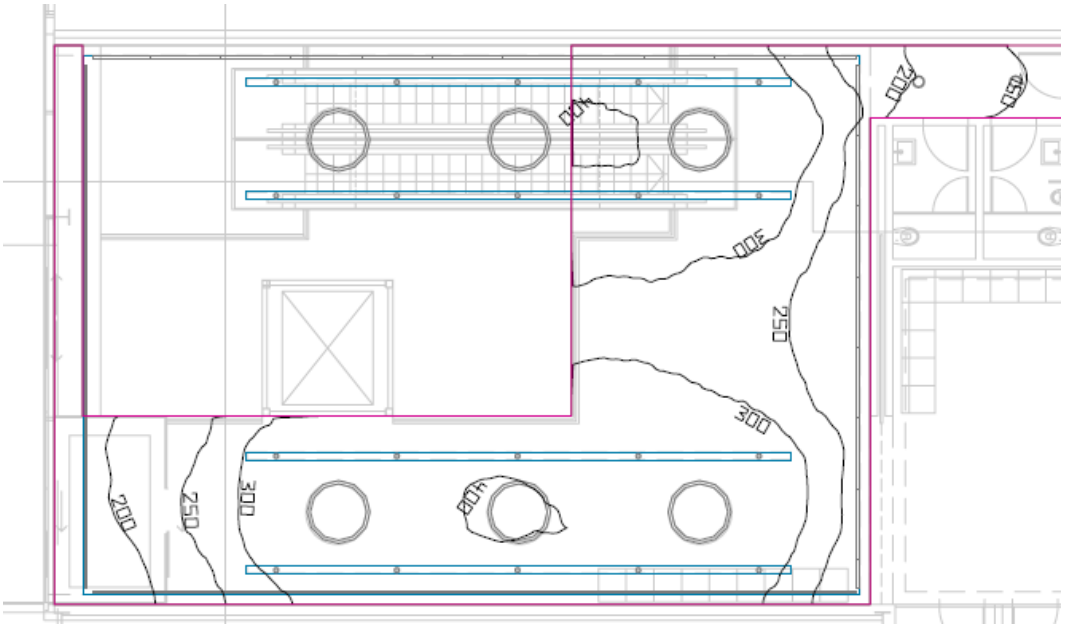


Figura 18 – Estudo luminotécnico de zona de circulação através do software DIALux

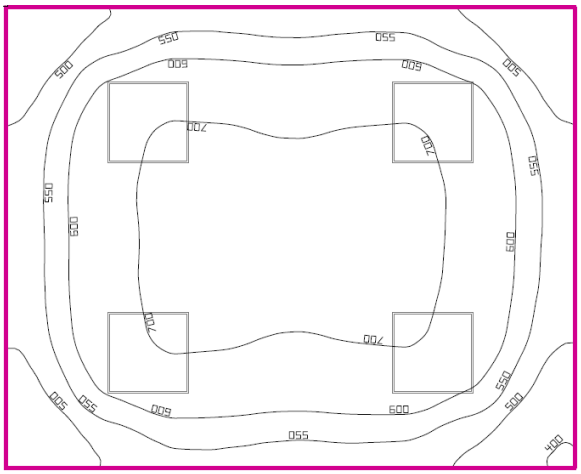


Figura 19 – Estudo luminotécnico de gabinete de consulta do Tipo I através do software DIALux

Deste modo, realizou-se o estudo luminotécnico para os diferentes gabinetes médicos e, também, para todas as restantes zonas de utilização da clínica médica concluindo-se, assim, a escolha das luminárias para todo o estabelecimento médico.

Tabela 7 – Luminárias do Piso 0

Piso 0

Luminária	Quantidade	Modelo
L1	6	CONCEPT O D/I 73W DOZ [Ø1250mm]
L2	6	TTP 70 ColorLED 26W TOP [1178mm]
L3	57	REBA 65 EVO _E LED 21W bLINE [858mm]
L4	34	DYNA LED 18W CONTROL
L5	84	AVL LED 31W
L6	70	CLOUD LED 57W DAM
L7	3	ECP EVO LED 36W DC0 [1570mm]
L8	1	ECP EVO LED 66W DC0 [1570mm]
L9	7	DYNA LED 10W CONTROL
L10	16	DYNA LED 10W EFFICIENT + 602
L11	16	DYNA LED 18W EFFICIENT + 602
L12	3	TTP LED 15W TOP [620mm]
L13	9	TTP LED 26W TOP [1180mm]
L14	48	CLOUD LED 47W DAM
L15	22	FESAL 9W 60º PB 940 + 902
L16	4	JUKE LED 28W PM
L17	3	REBA 65 EVO _E LED 15W bLINE [578mm]
L18	17	DYNA LED 28W EFFICIENT
L19	2	TP LED 31W TOP [1460mm]
L20	15	REBA 65 EVO _E LED 26W bLINE [1138mm]
L21	32	BATU 10W 36º [150mm]
L22	4	AVL LED 21W
L23	4	THE LED 39W DAM [1197x297mm]
L24	4	THE LED 47W DAM [1497x297mm]
L25	2	AVL LED 26W
L26	36	AVL LED 15W

Tabela 8 – Luminárias do Piso 1 e 2

Piso 1 e 2

Luminária	Quantidade	Modelo
L3	63	CONCEPT O D/I 73W DOZ [Ø1250mm]
L4	6	TTP 70 ColorLED 26W TOP [1178mm]
L5	6	REBA 65 EVO _E LED 21W bLINE [858mm]
L6	1	DYNA LED 18W CONTROL
L7	88	AVL LED 31W
L8	12	CLOUD LED 57W DAM
L9	21	ECP EVO LED 36W DC0 [1570mm]
L10	51	ECP EVO LED 66W DC0 [1570mm]
L11	27	DYNA LED 10W CONTROL
L12	3	DYNA LED 10W EFFICIENT + 602
L13	6	DYNA LED 18W EFFICIENT + 602
L14	37	TTP LED 15W TOP [620mm]
L15	20	TTP LED 26W TOP [1180mm]
L16	4	CLOUD LED 47W DAM
L17	4	FESAL 9W 60º PB 940 + 902
L18	4	JUKE LED 28W PM
L19	6	REBA 65 EVO _E LED 15W bLINE [578mm]
L20	16	DYNA LED 28W EFFICIENT

De forma a conseguir associar todas as luminárias ao sistema DALI estas terão que ser passíveis de interligar aos balastros DALI ou *DALI sensor coupler*, de forma a possibilitar o controlo das mesmas através desta tecnologia.

Para além das luminárias previstas existirá em zonas de circulação, devido à grande afluência de pessoas/elevados efetivos, iluminação ambiente de forma a não causar pânico em caso de incêndio e corte da energia elétrica do edifício. Assim sendo, foram preconizados kits de emergência em luminárias instaladas em salas de espera e zonas de circulação de modo a guiar as pessoas ao longo dos percursos de evacuação, completando assim a iluminação de segurança que contempla o projeto.

Tabela 9 – Luminárias com kit de emergência

Luminária	Quantidade	Modelo
L4 + kit	6	DYNA LED 18W CONTROL
L19 + kit	2	TP LED 31W TOP [1460mm]

3.5.2. Estrutura do sistema DALI

Este tipo de tecnologia apresenta elevada eficiência, visto que, reduz os custos da instalação e de exploração e é de fácil integração a possíveis tecnologias de domótica já existentes em um determinado edifício. A interface com outros sistemas de automação de edifícios é feita através de gateways DALI ou controlador DALI.

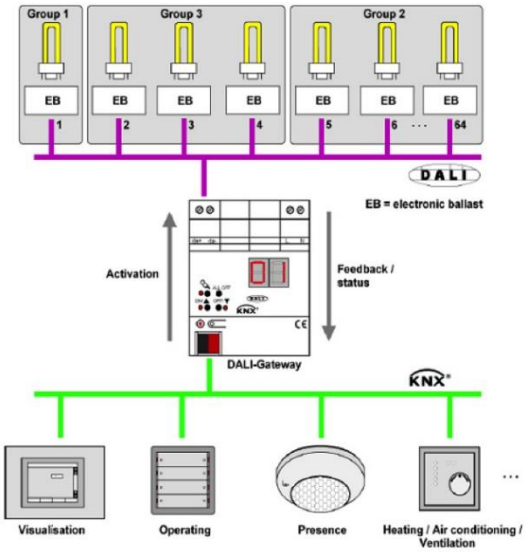


Figura 20 – Gateway DALI como interface entre a tecnologia DALI e KNX[38]

A partir destes gateways são realizadas as interligações aos balastros eletrónicos DALI (Electronic Ballast - EB) que, por sua vez, estão ligados em paralelo com a lâmpada correspondente, como se pode ver na figura a seguir.

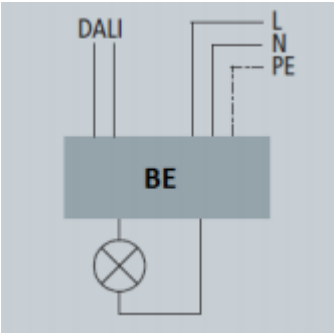


Figura 21 – Interligação do Balastro Eletrónico (BE)[39]

Um controlador DALI, que em forma de elemento de controlo central, tem como principal função comunicar diretamente com os balastros, de forma a receber informação do estado dos dispositivos, devolvendo assim esses mesmos dados ao utilizador. Cada um dos controladores a ser instalado pode no máximo controlar 64 dispositivos diferentes, que equivale a dizer que só é possível comandar 64 BE.

Antes da interligação ao gateway DALI existe o sistema KNX, que por sua vez foi também dimensionado em projeto. Este sistema começa por ser alimentado por uma fonte de alimentação que está no QGE.

Desta existe a ligação aos acopladores de linha (ou *line couplers*), que estão instalados no respetivo quadro. Este é um dispositivo que liga os dados em duas linhas BUS / KNX diferentes e isola as linhas BUS umas das outras para permitir a operação local independente em uma linha BUS. Em cada quadro existirá também uma fonte de alimentação para fornecer a voltagem necessária ao *gateway* DALI e ao atuador de domótica.

Na figura a seguir está representado o diagrama que resume a constituição de uma parte do sistema KNX/DALI da unidade hospitalar.

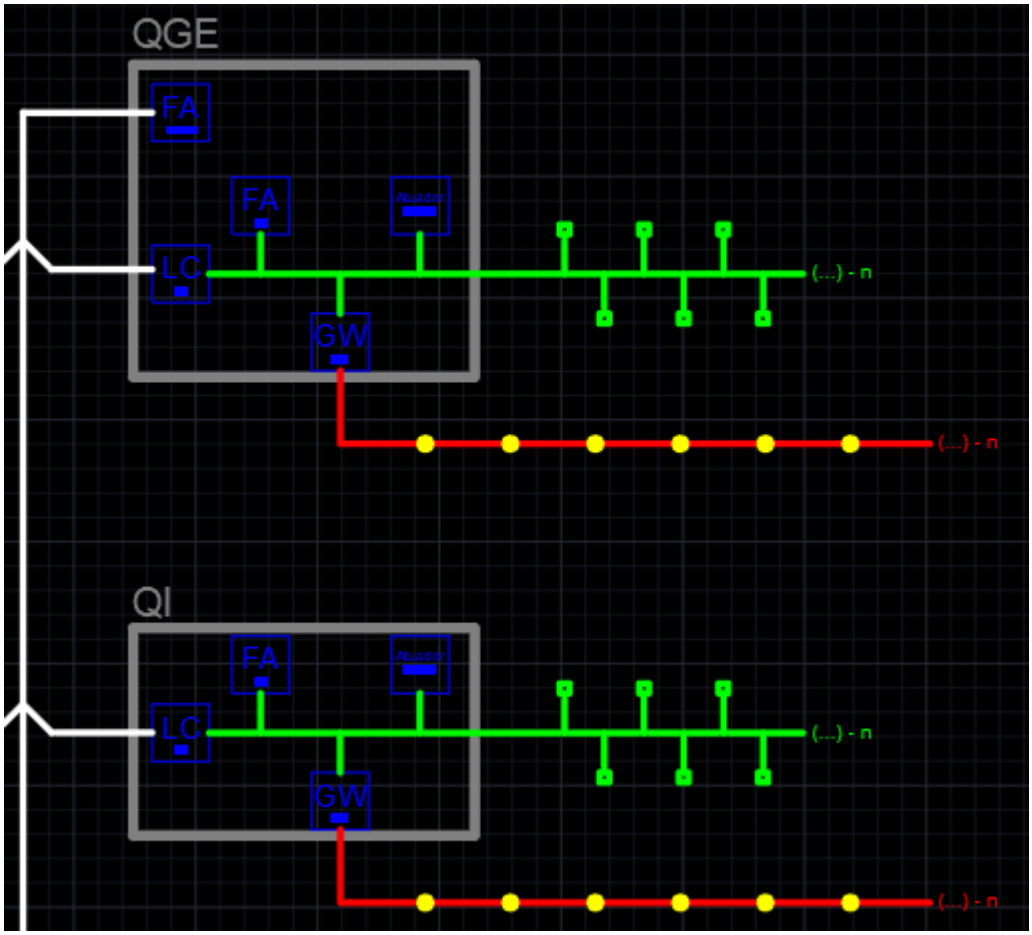


Figura 22 – Diagrama representativo da associação entre o KNX e DALI

As linhas a vermelho representam o bus DALI, e cada um desses bus ligar-se-á a um máximo de 64 dispositivos.

As linhas a verde correspondem ao bus KNX, o qual será ligado aos diferentes sensores que estão instalados na zona correspondente a cada quadro elétrico.

Já a linha branca representa a interligação dos *line couplers*, onde poderão existir um máximo de 15. Passando esse limite será necessário funcionar com *area couplers*, o que não acontece no projeto em estudo.

3.5.3. Equipamento

Apesar do DALI ser descrito por uma norma internacional (IEC 62386) e conseguir-se interligar balastros diferentes de marcas distintas, houve a necessidade de uma escolha cuidada de equipamentos, de modo a garantir o devido funcionamento do sistema de iluminação.

***Gateway* DALI**

É um equipamento que, como já foi referido anteriormente, fará a interligação da tecnologia DALI com outro tipo de sistemas de automação de edifícios. Estará instalado no quadro elétrico relativo ao circuito que alimenta os dispositivos e respetivas luminárias.

Os *gateways* escolhidos são da ABB (DG/S 1.64.1.1 ou DG/S 2.64.1.1), existindo a possibilidade de instalar os dois, dependendo do quadro onde irão estar instalados. A grande diferença entre os dois está no número de saídas que apresentam, sendo que o DG/S 2.64.1.1 tem dois canais de ligação e o DG/S 1.64.1.1 tem apenas um. Deste modo apresentam:

- função de iluminação de emergência de acordo com a EN 62386-202;
- pode conectar-se até um máximo de 64 dispositivos DALI (ou 2x64);
- controlar a iluminação através de comunicação KNX;
- transmissão e *feedback* de *status* dos dispositivos;
- possibilidade de criar 16 cenários de iluminação independentes (ou 2x16).

Figura 23 – Gateway da ABB, ref. ª DG/S 1.64.1.1[40]

Fonte de alimentação (*Power supply*)

A fonte de alimentação é indispensável ao funcionamento dos produtos ligados ao Bus KNX, sendo necessário prever uma fonte de alimentação por cada linha Bus (30V CC).

A fonte de alimentação funciona a 640 mA e gera e monitoriza a tensão do sistema KNX, estando protegida contra curto-circuitos e sobrecargas. Possui também uma saída de 30V CC que pode ser usada para alimentar uma linha adicional. Existe neste dispositivo um Led de duas cores que indica o status de saída e ainda uma tecla de *reset*.

Desta forma optou-se mais uma vez por escolher um produto da ABB, com a ref.ª SV/S30.640.3.1, tal como na imagem a seguir:

Figura 24 – Power supply da ABB, ref. ª SV/S30.640.3.1[41]

Acoplador de linha (*Line coupler*)

Um Acoplador de linha permite a extensão de linhas e repete as mensagens. Há a necessidade de instalar equipamentos deste tipo apenas em instalações com mais de 1 linha Bus KNX, como é o caso da unidade de saúde.

A ligação da linha principal e secundária ao dispositivo é feita através de bornes de ligação, que são fornecidos com o produto.

Mais uma vez, escolheu-se um produto da ABB, com a ref.ª LK/S4.2, como se pode ver na figura representada:

Figura 25 – Line coupler da ABB, ref.ª LK/S4.2[42]

<u>Atuador KNX</u>

O atuador de domótica ou atuador KNX tem como principal função fazer a comutação entre o estado *on* e *off*. Esta particularidade permitirá ligar e desligar as luminárias, através de sensores. Assim, o seu funcionamento será independente do sistema DALI.

Este dispositivo irá estar presente para o funcionamento da iluminação das áreas técnicas, zonas com pouca afluência, de forma a existir apenas um sensor local.

Utilizou-se como produto de referência o atuador da ABB, ref.ª SA/S2.16.2.1, ilustrado na figura a seguir:

Figura 26 – Gateway da ABB, ref.ª SA/S2.16.2.1[43]

Botões (*Push buttons*)

Os botões de pressão KNX são também conhecidos como sensores KNX que se distinguem pela sua funcionalidade, design e simplicidade de ligação. De facto, tratam-se de botões de duas até seis teclas com ou sem sinalizadores, que se instalam em calhas ou caixas de aparelhagem, e que apenas são ligados ao bus KNX. Isto traduz-se num elevado ganho de tempo na colocação em serviço. As funções atribuídas a cada uma das teclas são livremente programáveis, podendo ser posteriormente alteradas.

O botão de referência escolhido para instalar é da Siemens e tem a ref.ª 5WG1221-2DB13, conforme se pode ver a seguir:

Figura 27 – Botão da Siemens, ref.ª 5WG1221-2DB13[43]

Balastro Eletrónico

O balastro estará ligado à luminária em paralelo, podendo em certos modelos estar ligado até um máximo de duas luminárias. Tem a funcionalidade de poder regular a luminosidade, através do botão de pressão, com um intervalo de 3 a 100% de intensidade de fluxo luminoso. Apresenta ainda um design com dimensões possíveis à instalação em locais de difícil acesso e não ocupando assim muito espaço. A norma que descreve o protocolo DALI apresenta oito tipos de balastros diferentes[39]:

- Lâmpadas fluorescentes (dispositivo tipo 0)
- Iluminação de emergência (dispositivo tipo 1)
- Lâmpadas HID (*High Intensity Discharge*) (dispositivo tipo 2)
- Lâmpadas de halogéneo de baixa tensão (dispositivo tipo 3)
- Regulação de lâmpadas de uso geral (dispositivo tipo 4)
- Conversão de sinais digitais para sinais de tensão DC (dispositivo tipo 5)
- Módulos de LED (dispositivo tipo 6)
- Função de comutação (dispositivo tipo 7)
- Controlo de cor (RGBW) (dispositivo tipo 8)

Apesar de existirem variados tipos de balastros serão apenas utilizados os de tipo 6.

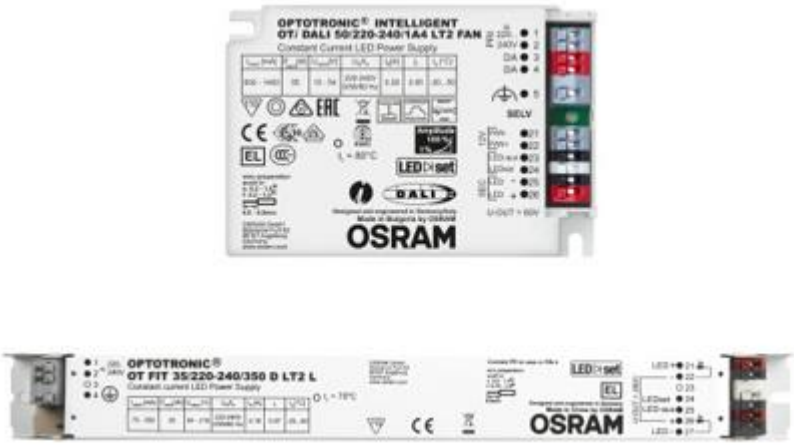


Figura 28 – Exemplo de dois balastros DALI[44]

3.5.4. Cabos de Ligação

Os cabos utilizados para a interligação do *getaway* DALI aos balastros é compostos por cinco fios, dois fios DALI e três de alimentação (fase, neutro e terra). Este cabo pode ser também dividido em dois, os cabos de alimentação num e as linhas de controlo DALI noutro. Existe uma vantagem na instalação deste tipo de cabos, visto que não existe polaridade entre as duas linhas de controlo. O funcionamento destes cabos é feito a uma tensão típica de 16V e num máximo de 250 mA, dependendo da fonte de alimentação. O comprimento máximo do cabo depende da queda de tensão máxima permitida ao longo do cabo DALI, ou seja, 2 V máx., correspondendo a um comprimento máximo de cabo de 300 m para uma seção transversal de 1,5 mm^2.

Para o caso do estabelecimento médico será utilizada a tecnologia KNX TP (*twisted pair*), composto por um cabo trançado de bus com dois pares de condutores. Optou-se por utilizar o cabo EIB-Y(ST) Yx2x2x0,8mm isolado a 4kV, operando a uma velocidade de transmissão de dados de 9600 bit/s, cabo que permite a montagem, na sua vizinhança, de condutores de baixa tensão.

4. Conclusão

4.1. Considerações Finais

A gestão técnica centralizada deve ser considerada como um elemento essencial na estratégia de eficiência energética de um edifício e o seu papel tende a ganhar cada vez maior importância à medida que caminhamos para maiores níveis de exigência, a nível da gestão de energia nos edifícios de serviços.

Após estudo e realização dos projetos de Eletricidade e de Gestão Técnica Centralizada (GTC) neste estabelecimento hospitalar, foi possível perceber que os dois se complementam ao nível de edifícios de grandes dimensões.

Tratando-se de um edifício destinado a utilização especial foram necessárias soluções específicas, que normalmente não são utilizadas noutros espaços, tais como, as UPS e o Grupo Gerador, equipamentos estes que têm de ser dimensionados/escolhidos consoante as características da unidade de saúde.

O Sistema de Gestão Técnica Centralizada tem custos acrescidos no que diz respeito à totalidade de obras desta proporção, trazendo conforto, segurança e poupança energética significativa ao longo dos anos. Este é um dos principais objetivos da instalação de um SGTC, e para isso é necessária uma utilização cuidada deste sistema, que ajuda na gestão e integração de todos os equipamentos a este interligados, permitindo monitorizar, controlar e gerir de forma integrada e otimizada, as várias instalações existentes no edifício.

Associado aos projetos elétrico e de GTC, aborda-se a importância da tecnologia DALI, um sistema que melhora todo o controlo, e possível gestão centralizada, da iluminação. O DALI é restrito unicamente a componentes compatíveis com o seu sistema, podendo esta condição ser considerada como uma desvantagem. Apesar disso, esta seleção dedicada de equipamentos apresenta a possibilidade de uma mais rápida e fácil instalação e redução de custos em relação aos sistemas convencionais de iluminação.

O trabalho realizado na ASL & ASSOCIADOS teve como principal foco o desenvolvimento destes projetos; no entanto foi considerado confidencial, pelo que todas as peças desenhadas e escritas que envolvem o estudo deste estabelecimento hospitalar foram ocultas da presente tese. Tal situação pode constituir uma limitação deste trabalho, apesar da descrição pormenorizada de todas as soluções adotadas.

4.2. Desenvolvimentos Futuros

Os temas abordados no desenvolvimento deste trabalho têm elevada importância, quer no que diz respeito à eficiência energética, quer à grande interação com uma instalação elétrica.

Os sistemas de GTC são essenciais nos grandes edifícios de serviços; incluem equipamentos/instalações (hardware) e um software que funcionam sob o princípio da integração de subsistemas, exigindo equipas devidamente formadas nas várias especialidades técnicas para o bom uso do SGTC.

Neste enquadramento existe a necessidade de investir na formação contínua ao nível da Gestão Técnica Centralizada e domótica em geral, temas pouco abordados, ao longo da Licenciatura e Mestrado de Engenharia Eletrotécnica - Sistemas Elétricos de Energia.

A realização desta dissertação de Mestrado, tanto em termos do presente relatório como no âmbito do estágio profissional, permitiu melhorar as competências pessoais e profissionais para o exercício da profissão num futuro muito próximo – o primeiro contrato de trabalho na área de Engenharia após cinco anos de estudo no ISEP – Instituto Superior de Engenharia do Porto.

5 Referências Bibliográficas

1. ASL & ASSOCIADOS. Empresa. http://aslassociados.com/empresa/. Published 2017. Acedido Agosto 6, 2018.

2. RICHARDSON, B.; RICHARDSON R. *A Gestão Estratégica*. Lisboa, Portugal; 1992.

3. ABRANTES P. *O trabalho de projecto e a relação dos alunos com a Matemática: A experiência do Projecto MAT789*.; 2002.

4. Presidência da República. Decreto-Lei 96/2017, 2017-08-10. Diário da República. https://dre.pt/home/-/dre/107987277/details/maximized. Published 2017. Acedido Agosto 8, 2018.

5. Ministério da Economia e da Inovação. Decreto Lei nº101/2007. *Diário da República*. 2007.

6. Ministério da Economia. Decreto Lei nº96/2017. *Diário da República*. 2017.

7. Assembleia da República. Lei nº14/2015. *Diário da República*. 2015.

8. Terra ELÀ, Protecção ECDE. Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão. *Terra*. 2000:1–17.

9. Ministério da Economia e da Inovação. Decreto-Lei 226/2005, 2005-12-28. Diário da República. https://dre.pt/pesquisa/-/search/468999/details/maximized. Published 2005. Acedido Agosto 10, 2018.

10. ASCENSO R. *Gestão técnica centralizada, Um enorme potencial de poupança!*; 2018. http://www.edificioseenergia.pt/media/27302/temacapagtc.pdf. Acedido Setembro 18, 2018.

11. Couras I. Gestão Técnica de Edifícios - Aplicação em Edifício Escolar. 2011.

12. Segalstad S. *Building Management Systems and Heating, Ventilation, and Air Conditioning, in International IT Regulations and Compliance*.; 2008.

13. Pacific Northwest National Laboratory. Energy Management and Control System: Desired Capabilities and Funcionality. *USA. Dep Energy*. 2005.

14. ISEL. *Apontamentos de Automação Industrial*. Lisboa, Portugal; 2003.

15. Pombas F. Conceção e Implementação de SGTC. Em: *XVII Jornadas de Climatização*. ; 2018. http://www.ordemengenheiros.pt/fotos/dossier_artigo/1_3733770575a257a082c2c7.franciscopombas_concecaoeimplementacaodesgtc.pdf.

16. Ministério da Economia e do Emprego. Decreto Lei nº118/2013. *Diário da República*. 2013.

17. Ministério da Economia da I e do D. Decreto Lei nº29/2011. *Diário da República*. 2011.

18. Parlamento Europeu e do Conselho. Diretiva nº2010/31/UE. 2010.

19. O que é o KNX? - KNX Association [Official website]. https://www2.knx.org/pt/knx/associacao/o-que-o-knx/index.php. Acedido Setembro 21, 2018.

20. BLOGmotiq - KNX, características principales. http://www.indomotiq.es/contenidos/blog/detalleBlog.aspx?idApartado=7lvBWl5JWmopLrfGDQT%2Fug%3D%3D. Acedido Setembro 21, 2018.

21. Teixeira W. O que é DALI? *Lume Arquitetura*.

22. Tridonic. *DALI manual*.; 2013. www.tridonic.com. Acedido Setembro 14, 2018.

23. Phi - Painéis Elétricos. Phi PAINÉIS ELÉTRICOS | Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT). https://www.phipaineis.com.br/painel/10/quadro-geral-de-baixa-tensao-qgbt. Published 2018. Acedido Agosto 20, 2018.

24. Gtec. *NS 3000 threephase UPS*.; 2015. https://gtec-power.eu/app/uploads/2016/04/NS3000_ENG_WEB_rev01092015_ADB.pdf. Acedido

Agosto 20, 2018.

25. KOHLER-SDMO. J66K, Power generating set. https://www.kohler-sdmo.com/EN/Products/PPR/Power-gen-products/J66K. Acedido Agosto 20, 2018.

26. Schneider Electric. Vigilohm. https://www.schneider-electric.pt/pt/product-range-presentation/817-vigilohm#tabs-top. Published 2018. Acedido Agosto 21, 2018.

27. Hager. Propriedades técnicas FP01SN2. http://www.hager.pt/catalogo-de-produtos/distribuicao-de-energia/armarios/armarios-universo-ip44-ip54/armarios-universo-ip44/fp01sn2/83410.htm. Acedido Agosto 26, 2018.

28. Legrand. Botoneira de corte de emergência.

29. infocontrol. Gestão Técnica Centralizada | Gestão Técnica de Edifícios | Infocontrol. https://www.infocontrol.pt/gestao-de-energia-e-eficiencia-energetica/gestao-tecnica-centralizada/. Acedido Agosto 27, 2018.

30. Schneider Electric. SmartStruxure – The Future of Building Automation | Ektos. http://www.ektos.com/evia/2013/06/06/smart-struxure-future-of-building-automation/. Published 2013. Acedido Agosto 28, 2018.

31. Andre Mendes. Revista renováveis magazine. http://www.renovaveismagazine.pt/2013/09/04/f-fonseca-apresenta-o-analisador-de-energia-de-painel-pme-12101230-da-advantech/. Published 2013. Acedido Agosto 28, 2018.

32. Daikin. Volume Variável do Refrigerante. https://www.daikin.pt/pt_pt/about/daikin-innovations/variable-refrigerant-volume.html. Published 2018. Acedido Agosto 29, 2018.

33. Ministério do Ambiente Ordenamento do Território e Energia. Decreto-Lei 251/2015, 2015-11-25 - DRE. Diário da República. https://dre.pt/home/-/dre/71100900/details/maximized?p_auth=6FLNYLm6. Published 2015. Acedido Agosto 29, 2018.

34. EasyControl. easyconnect.png. http://www1.easycontrol.pt/imagens/solucoes/easyconnect/easyconnect.png. Published 2012. Acedido Agosto 30, 2018.

35. Termo-Ave. Quadros Eléctricos. http://termoave.com/TA/wordpress/?page_id=27. Acedido Agosto 31, 2018.

36. União Europeia. EN 12464-1. 2002.

37. Site WEB, Sociais ER, Qualidade PE, Produtos N, Desportivos AIE, Eletrificado C. Catálogo Indelague. *Vol.14*. 2017.

38. KNX Today Magazine. LED and the Lighting Designer. http://knxtoday.com/2015/06/6166/best-practice-led-and-the-lighting-designer.html. Published 2018. Acedido Setembro 14, 2018.

39. Salvador dos Santos D. *Tecnologia DALI*.; 2017. http://ave.dee.isep.ipp.pt/~dss/Disciplinas/DOMOT/Teorica PT/Tecnologia DALI.pdf. Acedido Setembro 14, 2018.

40. ABB. Detailed information for: DG/S1.64.1.1. https://new.abb.com/products/2CDG110198R0011/dg-s1-64-1-1-dali-gateway-basic-1f. Published 2018. Acedido Setembro 15, 2018.

41. ABB. ABB SV/S 30.640.3.1. https://new.abb.com/products/2CDG110167R0011/sv-s30-640-3-1-powersupply-640ma. Published 2018. Acedido Outubro 1, 2018.

42. ABB. ABB LK/S4.2. https://new.abb.com/products/2CDG110171R0011/lk-s4-2-line-coupler-mdrc. Published 2018. Acedido Outubro 1, 2018.

43. ABB. ABB SA/S2.16.2.1. https://new.abb.com/products/2CDG110159R0011/sa-s2-16-2-1-switch-act-2f-16a. Published 2018. Acedido Outubro 1, 2018.

44. OSRAM. Guia de instalação de iluminação • Tudo sobre reposição com LEDs da OSRAM | Light is OSRAM. https://www.osram.pt/ds/instalador/index.jsp. Published

2018. Acedido Outubro 1, 2018.