

**isec**  
**Engenharia**

MESTRADO EM ENGENHARIA  
ELETROTÉCNICA

**Orçamentação e análise de projeto de  
um centro hospitalar de medicina de  
reabilitação**

Autor

**Diogo Emanuel Mendes Silva**

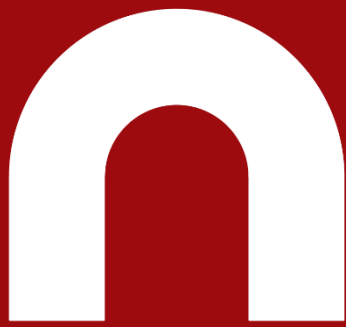
Orientador

**Professora Doutora Maria de Fátima Coelho  
Monteiro**

Coimbra, março 2023

INSTITUTO POLITÉCNICO DE  
COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR  
DE ENGENHARIA  
DE COIMBRA



# isec

## Engenharia

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA  
ELETROTÉCNICA

### **Orçamentação e análise de projeto de um centro hospitalar de medicina de reabilitação**

Relatório de Trabalho de Projeto para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Eletrotécnica

Especialização em Automação e Comunicações em Sistemas de Energia

Autor

**Diogo Emanuel Mendes Silva**

Orientador

**Professora Doutora Maria de Fátima Coelho Monteiro**

Supervisor na empresa EFC&F

**Sérgio Paulo Ferreira Cardoso**

Coimbra, março 2023

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, quero agradecer aos meus pais, pela oportunidade e apoio que me deram nestes 5 anos académicos.

Agradeço também às minhas avós, Alzira e Madalena e ao meu avô Adriano, que sempre se preocuparam e por todas as conversas que tínhamos.

À minha restante família, também deixo uma palavra de agradecimento.

Aos meus colegas que sempre me acompanharam e ajudaram, André Luís, Mauro Esteves, Nuno Duarte e Gonçalo Mira. Ao Renato Bispo por todos os trabalhos que fomos fazendo na Licenciatura e Mestrado. Ao Nuno Xano Costa um obrigado mais especial pelas horas passadas atrás das secretária e dos monitores e pelos trabalhos, nomeadamente o Projeto Final de Curso de Licenciatura.

Aos meus colegas de casa, que sempre acreditaram em mim, Diogo Paixão, Gustavo Lemos, Hugo Monteiro, Pedro Fatia e José Magro.

Ao André Silva e ao José Rodrigues, também sempre me deram uma palavra de apoio quando necessitava.

Ao Zé Leandro Domingues, um amigo que fica para a vida desde o Ano Zero, por todas as horas passadas a estudar.

Ao Fábio Pinheiro, Rafa Grou e Pedro Marques, por todas as opiniões que me foram dando e por toda a ajuda.

Ao Engenheiro Sérgio Cardoso, pela oportunidade de estágio na empresa. Ao Engenheiro Carlos Silva por toda a ajuda facultada e ao João Marques pelo apoio que me foi dando na empresa, aos restantes colaboradores também fica um agradecimento.

À Professora Doutora Maria de Fátima Coelho Monteiro, que numa altura complicada de quase desistência, me abriu os olhos e me motivou por forma a concluir este documento.

Um obrigado mais especial à Adriana, que foi sempre um pilar neste percurso de 5 anos. Que me ouviu e tinha sempre uma palavra para mim, que me ajudou e motivou e fez com que nunca desistisse e levasse o percurso académico até ao fim.

Obrigado a Todos!

## RESUMO

O presente relatório de estágio é o resultado do trabalho desenvolvido ao longo dos nove meses de estágio na empresa Elísio Ferreira Cardoso & Filho Lda no âmbito do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica, na especialização em Automação e Comunicação em Sistemas de Energia do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.

A empresa EFC&F, Lda encontra-se sediada no Copeiro, Paião e é uma empresa que desenvolve a sua atividade no ramo das obras do setor elétrico, hidráulico, gás e AVAC desde 1975, executando diversos tipos de obras nestas diversas áreas de tamanho pequeno, médio e grande, como por exemplo reconstrução do Hotel Wellington, na Figueira da Foz, construção da Urbanização da Quinta das Lágrimas, construção do Edifício Metro Mondego e remodelação da Casa do Bispo em Coimbra e ainda obras como Lar de Idosos no Corticeiro de Cima e até mesmo obras para o Hospital da Luz e Hospital Distrital da Figueira da Foz.

O trabalho desenvolvido nesta empresa ao longo do estágio foi maioritariamente nas áreas das instalações elétricas e instalações e infraestruturas de telecomunicações em edifícios. Contudo, todas as outras áreas que a empresa engloba também foram abordadas durante o estágio, nomeadamente no que diz respeito ao desenvolvimento de orçamentos e controlo de obra.

Para o correto desenvolvimento de orçamentos e para o eficaz acompanhamento e controlo de obra, é preciso ter sólidos conhecimentos da componente técnico-científico da área em causa, especialmente ao nível do dimensionamento, projeto e execução. Neste sentido, é fundamental um estudo aprofundado do projeto que está ou vai ser alvo de orçamento ou do controlo da obra.

No presente documento descreve-se algumas das atividades desenvolvidas no estágio, destacando-se um projeto que foi estudado de forma mais aprofundada pelas suas características técnicas e particularidades, bem como pela sua especificidade e dimensão. O projeto em causa diz respeito à remodelação do edifício de um centro de reabilitação hospitalar. Este projeto envolve o dimensionamento e estudo detalhado quer das Instalações Elétricas (IE), quer das Instalações e Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios (ITED).

**Palavras-Chave:** Orçamentação, Instalações elétricas, Instalações e Infraestruturas de Telecomunicações, Projeto de remodelação, Instalações Elétricas Hospitalares

## ABSTRACT

This internship report is the result of the work carried out over nine months of internship at the Elísio Ferreira Cardoso & Filho Lda company, within the scope of a Master's degree in Automation and Communication in Power Systems at the Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.

The EFC&F, Lda company is based in Copeiro, Paião. It is a company that has been developing its activity in electrical, hydraulic, gas and HVAC industry since 1975, developing small, medium and large sized constructions. As an example of its work, we have the reconstruction of Hotel Wellington – placed in Figueira da Foz - the construction of Urbanização Quinta das Lágrimas, Edifício Metro Mondego - placed in Coimbra - and the reconstruction of Casa do Bispo – also placed in Coimbra. We may also refer the civil works in Lar de Idosos no Corticeiro de Cima, Hospital da Luz and Hospital Distrital da Figueira da Foz.

The work developed in this company during the internship was mainly in the electrical and telecommunications installations, and infrastructures in buildings sectors. However, all the other areas that the company encompasses were also addressed during the internship, namely concerning budget development and construction supervision.

In order to get a proper budget development, as well as a good construction supervision, it is necessary to have solid technical and scientific knowledge about these specific areas, especially concerning the sizing, project and execution. In this regard, it is essential to develop a detailed project study, which is or will be matter of budget or construction supervision.

In this report we describe some of the activities developed during the internship, emphasizing a project that has been more profoundly studied, given its technical characteristics and particularities, as well as its specificity and dimension. This project involves the reconstruction of a clinical building.

This Project involves the sizing and detailed study of the Electrical Installations (IE) as well as the study of the Telecommunications Installations, and Infrastructures in Buildings (ITED).

**Palavras-Chave:** Budgets, Electrical Installations, Telecommunications Installations and Infrastructures, Remodeling Project, Hospital Electrical Installations

## ÍNDICE

<b>AGRADECIMENTOS.....</b>	<b>I</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>II</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>III</b>
<b>ÍNDICE.....</b>	<b>IV</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>VI</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS .....</b>	<b>VIII</b>
<b>SIMBOLOGIA E ABREVIATURAS.....</b>	<b>IX</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 OBJETIVOS .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 ESTRUTURA DO RELATÓRIO .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 A EMPRESA EFC&amp;F, LDA .....</b>	<b>3</b>
<b>2. ORÇAMENTAÇÃO.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 O QUE É UM ORÇAMENTO? .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 CONCEITOS FUNDAMENTAIS.....</b>	<b>6</b>
2.2.1 MEDIÇÕES E MAPA DE MEDIÇÕES.....	7
2.2.2 ESTRUTURA DOS CUSTOS .....	7
<b>2.3 PROCESSO DE ORÇAMENTAÇÃO DA EMPRESA DE ESTÁGIO .....</b>	<b>9</b>
<b>3 REMODELAÇÃO/REABILITAÇÃO DE UM EDIFÍCIO DE UM CENTRO DE REABILITAÇÃO HOSPITALAR.....</b>	<b>12</b>
<b>3.1 CARATERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO PROJETO EM ANÁLISE .....</b>	<b>12</b>
<b>3.2 RAMAIS DE ALIMENTAÇÃO AO EDIFÍCIO E A SUA DISTRIBUIÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>3.3 CARACTERÍSTICAS E CONSTITUIÇÃO DOS QUADROS ELÉTRICOS .....</b>	<b>17</b>
<b>3.4 SISTEMAS DE PROTEÇÃO DE PESSOAS, BENS E ANIMAIS .....</b>	<b>19</b>
3.4.1 PROTEÇÃO CONTRA CONTACTOS DIRETOS .....	19
3.4.2 PROTEÇÃO CONTRA CONTACTOS INDIRETOS.....	19
3.4.3 TIPOS DE LIGAÇÃO DE PROTEÇÃO.....	20
3.4.3.1 ESQUEMA DE LIGAÇÃO IT .....	20
3.4.3.2 ESQUEMA DE LIGAÇÃO TN.....	22
3.4.3.3 ESQUEMA DE LIGAÇÃO TT .....	24
<b>3.5 REDE DE TERRAS .....</b>	<b>27</b>

3.5.1	SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA) .....	29
3.5.2	EQUIPOTENCIALIDADE.....	32
<b>3.6</b>	<b>CAMINHOS DE CABOS .....</b>	<b>33</b>
3.6.1	TUBAGEM .....	33
3.6.2	ESTEIRA DE VARÃO EM AÇO GALVANIZADO .....	34
3.6.3	CALHA PVC.....	35
<b>3.7</b>	<b>CABOS .....</b>	<b>35</b>
<b>3.8</b>	<b>INSTALAÇÃO DA ILUMINAÇÃO INTERIOR.....</b>	<b>36</b>
3.8.1	ILUMINAÇÃO NORMAL.....	37
3.8.2	ILUMINAÇÃO DE VIGÍLIA .....	41
3.8.3	ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA .....	41
3.8.4	SISTEMAS DE COMANDO.....	43
<b>3.9</b>	<b>INSTALAÇÃO DE TOMADAS .....</b>	<b>44</b>
<b>4</b>	<b>INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE CORRENTES FRACAS E ITED.....</b>	<b>45</b>
<b>4.1</b>	<b>SISTEMA DE SINALIZAÇÃO DE CHAMADA DE EMERGÊNCIA E INTERCOMUNICAÇÃO ...</b>	<b>45</b>
<b>4.2</b>	<b>SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETEÇÃO DE INCÊNDIOS (SADI).....</b>	<b>50</b>
4.2.1	CENTRAL DE INCÊNDIO .....	51
4.2.2	DISPOSITIVOS ENDEREÇÁVEIS UTILIZADOS.....	53
4.2.3	PROGRAMAÇÃO DA CENTRAL.....	58
4.2.4	SITUAÇÕES DE ALARME .....	64
<b>4.3</b>	<b>DETEÇÃO E ALARME DE GÁS.....</b>	<b>65</b>
<b>4.4</b>	<b>ITED .....</b>	<b>66</b>
4.4.1	CARATERIZAÇÃO E CÁLCULO DAS REDES DE TUBAGEM .....	69
4.4.2	CARATERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE CABOS.....	72
4.4.2.1	CABOS DE PAR DE COBRE .....	72
4.4.2.2	CABOS COAXIAIS .....	73
4.4.2.3	CABOS DE FIBRA ÓTICA.....	74
4.4.3	PONTOS DE DISTRIBUIÇÃO. ....	74
4.4.4	TERRAS DE PROTEÇÃO.....	75
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>76</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>78</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>82</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Logótipo da empresa EFC&F.....	3
Figura 2 - Parte de um orçamento a título de exemplo, (por razões de privacidade, foram retirados os valores dos preços). ....	6
Figura 3 - Divisão dos custos totais de obra (desenhado pelo autor com base em [6]) .....	8
Figura 4 - Esquema de distribuição dos quadros de energia, criado pelo autor.....	14
Figura 5 - Esquema de ligação IT, com distribuição de Neutro [14].....	21
Figura 6 - Esquema de ligação IT sem distribuição de Neutro [14].....	21
Figura 7 - Esquema de ligação à terra IT, com a distribuição do neutro [13] .....	22
Figura 8 - Esquema de ligação TN-S [14] .....	23
Figura 9 - Esquema de ligação TN-C [14].....	23
Figura 10 - Esquema de ligação TN-C-S [14].....	24
Figura 11 - Esquema de ligação TT [14] .....	25
Figura 12 – Fluxograma do Procedimento geral para aplicação de SPDA [25] .....	31
Figura 13 - Módulo de telecomando (retirado de [50]). ....	42
Figura 14 - Tabela de prioridades do sistema de chamada [53], adaptado.....	49
Figura 15 - Central Principal de Incêndio (Esquerda) e Central Repetidora de Incêndio (Direita) [54] .....	51
Figura 16 - Bases para detetores de fumo [54] .....	53
Figura 17 - Detetor ótico de fumos [54].....	54
Figura 18 - Detetores óticos-térmicos de fumos [54].....	55
Figura 19 – Sirenes endereçáveis interiores com flash [54].....	56
Figura 20 - Botoneiras de ação manual [54].....	57
Figura 21 - Módulos IO (Entrada/Saída) [54].....	57
Figura 22 - Página Inicial do Programa PCC-2X.....	58
Figura 23 - Escolha de nome para o projeto .....	59
Figura 24 - Escolha da central que estamos a programar.....	59
Figura 25 - Central Seleccionada 2X-FX1.....	60
Figura 26 - Número de loops que aparecem antes do uso da função "Auto Configurador" .....	60
Figura 27 - Número de loops que aparecem depois do "Auto Configurador" .....	61



Figura 28 - Dispositivos que englobam o loop.....	62
Figura 29 - Criação e seleção de zonas do edifício.....	63
Figura 30 - Programação das zonas, com os dispositivos ativos do lado direito; e do lado esquerdo com todos os dispositivos do grupo.....	64
Figura 31 - Central de Gás PL4+ [55].....	65
Figura 32 - Fluxograma da rede de tubagens ou tubagem no ITED [57] .....	70

## **ÍNDICE DE TABELAS**

Tabela 1 - Influências Externas e Índices de Proteção, tal como definido no projeto em estudo.....	13
Tabela 2 - Grupos de sensibilidades dos dispositivos diferenciais [14].....	26
Tabela 3 – Graus de exigência climática [56].....	68
Tabela 4 - Propriedades eletromagnéticas [56].....	69
Tabela 5 - Características (Largura, Altura e Profundidade) das caixas de aparelhagem e passagem utilizadas [57] .....	71
Tabela 6 - Prescrições mínimas para os cabos utilizados em edifícios do tipo hospitalar [57].....	72
Tabela 7 - Classe dos cabos coaxiais [57] .....	73
Tabela 8 - Cabos Fibra Ótica, classe de ligação e categoria [57] .....	74

## SIMBOLOGIA E ABREVIATURAS

%	Percentagem
(N/E/S)	Normal/Emergência/Segurança
€	Euro
4I4O	Módulo 4 Entradas e 4 Saídas
A	Ampere
ABS	Acrilonitrila-Butadieno-Estireno
ac	Corrente Alternada
ANPC	Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil
ATE	Armário de Telecomunicações do Edifício
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
BOT	Botoneira manual
CATV	<i>Cable Television</i>
CDI	Central Detecção de Incêndios
CE	Certificado europeu
CPI	Controlador Permanente de Isolamento
$C_x$	Montante das Perdas Geradas
DALI	<i>Digital Addressable Light Interface</i>
dc	Corrente contínua
DGEG	Direção Geral de Energia e Geologia
$D_i$	Diâmetro mínimo interno do tubo
$D_n$	Diâmetro externo dos cabos
DO	Detetor Ótico
DOT	Detetor Ótico-Térmico
DR	Diferencial Residual
EFC&F	Elísio Ferreira Cardoso & Filho
EN	Norma europeia
Frt	<i>Fire Retardant</i>
GTC	Gestão Técnica Centralizada
Hz	Hertz
I	Corrente

## Orçamentação e análise de projeto de um centro hospitalar de medicina de reabilitação

IΔn	Corrente diferencial do dispositivo
I/O	<i>Input/Output</i>
I <sub>d</sub>	Corrente de defeito
IEC	<i>International Electrotechincal Comission</i>
IK	Índice de proteção contra impactos mecânicos
IP	índices de proteção contra líquidos ou micropartículas
IPMA	Instituto Português do Mar e da Atmosfera
ITED	Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios
ITUR	Infraestruturas de telecomunicações em loteamentos, urbanizações e conjuntos de edifícios
K	Kelvin
kA	Quilo Ampere
kV	Quilo Volts
kVA	Quilo Volt Ampere
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
m	metro
m <sup>2</sup>	Metros quadrados
mA	miliAmpere
MAP	Matriz de AutoProteção
MATV	<i>Master Antenna Television</i>
mm	milímetros
mm <sup>2</sup>	Milímetros quadrados
ms <sup>-2</sup>	Metro por segundo ao quadrado
N	Newton
NA	Normalmente Aberto
NF	Normalmente Fechado
NP	Norma Portuguesa
°C	Graus Celcius
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PD	Pontos de Distribuição
PEN	Condutor de Proteção
PT	Posto de Transformação
PVC	Policloreto de vinilo

QElev	Quadro Elevador
QEnt	Quadro Entrada
QGBT	Quadro Geral de Baixa Tensão
QP	Quadro Parcial
R <sub>A</sub>	Resistência do elétrodo terra
R <sub>B</sub>	Resistência da massa da alimentação
RC-CC	Repartidor de Cliente de Cabos Coaxiais
RC-FO	Repartidor de Cliente de Fibra Ótica
RETEH	Recomendações e Especificações Técnicas para Edifícios Hospitalares
R <sub>T</sub>	Risco tolerável
RTIEBT	Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão
S	Secção do condutor
SADI	Sistemas Automáticos de deteção de Incêndios
SD	Sirene
S <sub>n</sub>	Secção dos Cabos
SPDA	Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas
S <sub>u</sub>	Secção da calha
t	tempo
TCP/IP	Trasmission Control Protocol/ Internet Protocol
TPT	Terminal Principal de Terra
U <sub>0</sub>	Tensão nominal da Instalação
U <sub>0</sub> /U	Tensão Estipulada
U <sub>C</sub>	Tensão de Contacto
U <sub>L</sub>	Tensão Limite Convencional
UPS	<i>Uninterruptible Power Supply</i>
USB	<i>Universal Serial Bus</i>
UTP	<i>Unshielded Twisted Pair</i>
V	Volts
W	Watts
WC	<i>Water Closet</i>
XLPE	Polietileno Reticulado
Zh	<i>Zero Halogen</i>

Ω      *Ohm*

## **1 Introdução**

Nos dias que correm, temas como a energia, ocupam um papel fundamental na nossa sociedade, especialmente devido à crise, tanto energética como económica. O aumento do preço de energia e a falta de recursos para a produção de energia intimidam a população. Em Portugal e de acordo com o último relatório da Direção Geral de Energia e Geologia, o consumo de energia nos setores da indústria, domésticos e dos serviços foi de 61%, o que justifica particular atenção às instalações elétricas de edifícios e a sua melhoria e eficiência [1].

No âmbito da construção civil, e de forma a combater a crise sentida no setor, a reabilitação de edifícios é tida como uma solução atual e importante, que, também pode ajudar no combate à crise energética. As remodelações podem e devem ser uma oportunidade de melhoria das instalações, incorporando perspetivas e preocupações ambientais e de gestão energética que no passado não eram valorizadas. Esta melhoria contribui para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), nomeadamente para o ODS 11 (Cidades e comunidades sustentáveis), uma vez que pode contribuir para a redução do consumo energético dos edifícios [2].

Estas remodelações começaram a ter início durante os primeiros anos do século XX, começando por alguns monumentos, sendo que recentemente foram criados alguns incentivos de apoio à remodelação/ reabilitação de edifícios, nomeadamente do meio hospitalar [3].

Neste enquadramento, o principal tema deste relatório de estágio é a reabilitação/remodelação de um edifício hospitalar, focando-se na área das instalações elétricas e telecomunicações. Estas duas áreas para além de envolverem uma grande variedade de sistemas, também interferem com as instalações que já se encontram presentes nos edifícios. Tal facto levanta desafios particulares na elaboração do projeto da nova instalação e na sua execução prática.

O presente relatório foca-se no projeto de instalações elétricas e de telecomunicações de um edifício hospitalar, o que envolve características particulares e uma forte preocupação no que toca às necessidades dos seus utilizadores. Com a remodelação em estudo, as instalações elétricas e de telecomunicação vão permitir que o edifício seja dotado de soluções otimizadas, com maior funcionalidade, comodidade e segurança.

Assim, este relatório de estágio curricular realizado na empresa Elísio Ferreira Cardoso & Filho, Lda, traduz a experiência adquirida no decorrer do estágio, tendo como o seu principal objetivo a obtenção do Grau de Mestre.

## 1.1 Objetivos

A realização deste estágio teve como propósito:

- Obter experiência tanto ao nível teórico como na parte mais prática, nas diversas atividades que a empresa desenvolve;
- Consolidar os conhecimentos conseguidos durante a formação académica no Mestrado em Engenharia Eletrotécnica;
- Consolidar e alargar conhecimentos sobre execução de projetos de instalações elétricas e instalações de telecomunicações em edifícios, bem como as técnicas de execução das instalações elétricas e Infraestruturas de Telecomunicação em Edifícios, bem como toda a envolvente do processo de abertura de obra e orçamentação;
- Consolidar conhecimentos sobre o manuseamento de *softwares* usados no desenvolvimento de projetos;
- Ganhar experiência e dinamismo no que relaciona com a gestão de recursos humanos e gestão de recursos técnicos.

## 1.2 Estrutura do Relatório

O presente relatório encontra-se dividido em 4 capítulos e no final encontrar-se as referências e os anexos.

O primeiro capítulo, é o capítulo da “Introdução” onde é apresentada uma breve introdução, os objetivos do estágio/relatório do estágio e a estrutura do documento. Também faz uma breve apresentação sobre a empresa na qual decorreu o estágio Elísio Ferreira Cardoso & Filho, Lda.

O segundo capítulo, descreve alguns aspetos fundamentais que é necessário considerar no processo de orçamentação, e os passos de como é executado um orçamento na empresa Elísio Ferreira Cardoso & Filho, Lda.

O terceiro tem como título “Remodelação/Reabilitação do edifício de um centro de reabilitação hospitalar”. Este capítulo descreve os aspetos mais relevantes de uma obra em particular apresentando as instalações elétricas.

O quarto capítulo, continua a descrição da obra do centro de reabilitação hospitalar, no que toca às instalações elétricas de correntes fracas e ainda as Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios.

Por último, no quinto capítulo são anunciadas as principais conclusões do estágio realizado.

Uma vez que o tema principal aborda um edifício hospitalar de uma unidade de reabilitação hospitalar privada, algumas partes (como peças desenhadas e outros



documentos) foram considerados confidenciais e por isso não são apresentados neste relatório. Esta situação limitou a escrita e desenvolvimento deste relatório, contudo, todas as soluções providas foram descritas com o pormenor possível.

### **1.3 A empresa EFC&F, Lda**

A empresa Elísio Ferreira Cardoso & Filho, Lda, foi fundada em 1975, com o início da atividade do seu sócio fundador, e atualmente ainda se encontra a trabalhar no mesmo. Sediada na zona de Copeiro, Paião, na Figueira da Foz iniciou a sua atividade apenas com empreitadas de pequena dimensão. Com a evolução da procura começou a executar obras de média e grande dimensão.

Em 2001, quando se juntou outro sócio e a empresa passou a ser designada pelo seu nome atual: Elísio Ferreira Cardoso & Filho, Lda (ou EFC&F, Lda). O seu logótipo é apresentado na Figura 1 (esta figura foi retirada de um cabeçalho das folhas de orçamento da empresa).



*Figura 1 - Logótipo da empresa EFC&F*

A empresa EFC&F, Lda tem como principais atividades o setor das Instalações Elétricas de baixa tensão, os postos de transformação e ainda as instalações de telecomunicações. Também executa atividades no setor hidráulico, com a criação de redes de águas e esgotos e redes de deteção e extinção de incêndios. Na parte da mecânica, faz também a instalação de aquecimento central e ar condicionado, bem como de redes de gás. Mais recentemente começou a investir no setor de energias renováveis, nomeadamente solar térmico e solar fotovoltaico. Estas atividades são desenvolvidas predominantemente no setor da construção civil, mas além disso também participam no setor da indústria e terciário.

Atualmente a EFC&F, Lda conta com uma equipa de 22 colaboradores distribuídos pelas várias atividades da empresa. Na qual, dois Engenheiros Eletrotécnicos para a elaboração de projetos e apoio ou direção de obras, um colaborador de armazém e orçamentos e dois na área administrativa.

A empresa possui uma frota de 10 viatura ligeiras e mistas para o transporte de pessoal e mercadorias. A sua área de armazém tem 1300 m<sup>2</sup> de área coberta e 800 m<sup>2</sup> de área descoberta.

A empresa está munida de ferramentas para execução, medida e certificação para qualquer das áreas que desenvolve, estando credenciada pela DGE como entidade instaladora de redes de gás (tipo A+B), registada na ANPC como entidade para instalação e manutenção de sistema de segurança contra incêndios.

## **2. Orçamentação**

Durante todo o processo de estágio, a tarefa que exerci, com mais frequência, foi a orçamentação. Desenvolver um orçamento é um processo demorado e por vezes complexo. Mas para se ter uma ideia da complexidade e dos múltiplos fatores todos a ter-se em conta, neste capítulo será apresentado o processo de orçamentação.

### **2.1 O que é um orçamento?**

A realização de um orçamento, é uma ferramenta que as empresas usam para determinarem, o custo total previsível de uma determinada obra ou do seu projeto. Como tal, é uma peça fundamental e muito importante na realização de uma obra. De acordo com o valor do orçamento calculado, fica ao encargo do dono de obra decidir se aceita o valor estipulado para a realização de obra ou não. Em concursos públicos ou privados, o dono de obra escolhe qual o orçamento que acha mais apropriado. Em concordância com o Professor José Manuel Faria, podemos definir orçamento como [4]:

*“(...) numérico da proposta que um empreiteiro fornece a um dono-de-obra como resposta a um convite formal (caso das obras particulares), ou a um concurso público ou privado para a realização de uma obra”*

A apresentação de um orçamento segue sempre usualmente um padrão idêntico, sendo que um orçamento é dividido por artigos (identificados com letras maiúsculas), em que cada artigo corresponde a uma especialidade [5]. As especialidades incluem, a Eletricidade, as Hidráulicas, a Serralharia, o AVAC entre outras e cada artigo de um orçamento é dividido em capítulos (identificados com números), apresentado no exemplo da Figura 2, onde podemos ver que no artigo B, correspondente às instalações e equipamentos elétricos, os capítulos 3 e 4 dizem respeito à terra geral de proteção e à proteção contra descargas atmosféricas, respetivamente.

cap.	designação dos trabalhos	unidade	quant.	preços unitários	preços total	total
B	INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS					
I	INSTALAÇÃO DE UTILIZAÇÃO EM BT					
3	Terra Geral de protecção					
3.1	Fornecimento e montagem de ligações equipotenciais, incluindo a ligação de todos os caminhos de cabos bem como outras massas metálicas acessíveis nos diversos locais, instalações sanitárias e tratamento de águas, conforme descrito nas peças escritas e desenhadas.	un	1			
4	Protecção contra descargas atmosféricas					
4.1	Rectificação do sistema de pára raios existente, incluindo desmontagem e remontagem e beneficiação das prumadas de interligação à terra, conforme especificado no caderno de encargos	un	1			

Figura 2 - Parte de um orçamento a título de exemplo, (por razões de privacidade, foram retirados os valores dos preços).

A Figura 2 também mostra (por razões de privacidade, foram retirados os valores dos preços) como é apresentado um orçamento no momento da sua entrega ao dono de obra. Tal como a figura mostra, o orçamento é dividido em 7 colunas. A tabela começa com a coluna do “capítulo” onde é inserida a identificação dos artigos e a numeração dos respetivos capítulos; seguindo-se a coluna relativa à descrição pormenorizada dos trabalhos (“designação dos trabalhos”), que está associada com as colunas das “unidades” e das “quantidades”. Por exemplo, ao tratar-se de um cabo elétrico, na coluna das “unidades” é referido “m” de metros e na coluna das “quantidades” indica-se “1 500” que quantifica que o determinado cabo tem um total de 1 500 metros. Para finalizar temos as colunas dos “preços unitários”, dos “preços totais” e do “total”. O preço unitário, refere o valor de cada unidade apresentada na coluna das “quantidades”, enquanto o “preço total” diz respeito ao valor total apresentado na coluna das “quantidades”. Usando o exemplo do cabo anteriormente referido, se o preço por metro do cabo anterior for 1,30 €, este valor aparece na coluna “preços unitários” e na coluna “preços totais” irá aparecer o total do seguinte cálculo:  $1,30 \text{ €} \times 1\,500 \text{ m} = 1\,950 \text{ €}$ .

## 2.2 Conceitos fundamentais

Para a realização de um orçamento, há conceitos que são fundamentais, que se têm de ter em conta e que se devem conhecer/calcular/definir antes de se dar início a um orçamento, tais como:

- Medições e Mapa de Medições;
- Estrutura de custos.

De seguida serão apresentados ambos os conceitos acima expostos.

### **2.2.1 Medições e Mapa de Medições**

Para se saber o que vai ser orçamentado tem-se de ter acesso às Medições do projeto ou ao Mapa de Medições. Estes documentos são apresentadas no momento de pedido de orçamento pelo dono de obra.

Em termos gerais e de acordo com o documento, a medição de um projeto é o termo utilizado para quantificar os materiais necessários para a realização da obra bem como todos os equipamentos a serem instalados na mesma, estando essa quantificação dividida em especialidades e até mesmo subespecialidades. Ao conjunto de todas as medições apresentadas chamamos mapa de medições.

Com o decorrer da obra, ocasionalmente, depara-se com situações tais que levam a alterações do projeto. Nesses casos, procede-se as novas medições dentro da especialidade ou subespecialidade da alteração do projeto de forma a ter todo o orçamento controlado [4].

Para fins de faturação, até ao final de cada mês é feito o “Auto de Medição”. Este documento é apresentado ao dono de obra para faturar todo o material e mão de obra que foi aplicado durante esse período. Ou seja, tendo em conta sempre o Mapa de Medição mais atual, para se executar o Auto de Medição, são subtraídas as quantidades de materiais utilizados, até que os valores do mapa de medição cheguem todos a 0.

Atualmente, os documentos designados por Medições ou Mapa de Medições também já se designam por Quantidades ou Mapa de Quantidades [6].

### **2.2.2 Estrutura dos custos**

Fazer uma estrutura de custos de um orçamento, é o método mais simples para facilitar a implementação do processo de orçamentação, pois uma estrutura de custos, divide as obrigações que a empresa tem e terá durante o processo de construção da obra.

Segundo o Professor José Manuel Faria, existe uma regra fundamental da estrutura de custos para que o orçamento aquando da entrega não apresente um valor muito díspar da realidade dos custos:

*“A regra fundamental a que deve obedecer qualquer estrutura de custos é que deve ser exaustiva não devendo nunca a ser esquecido qualquer custo elementar.”*

É possível dividir a estrutura de custos de acordo com a estrutura apresentada na Figura 3. No topo está o custo total de uma obra, sendo este dividido em três grandes parcelas, entre elas, custos diretos, custos indiretos e custos de estaleiro.

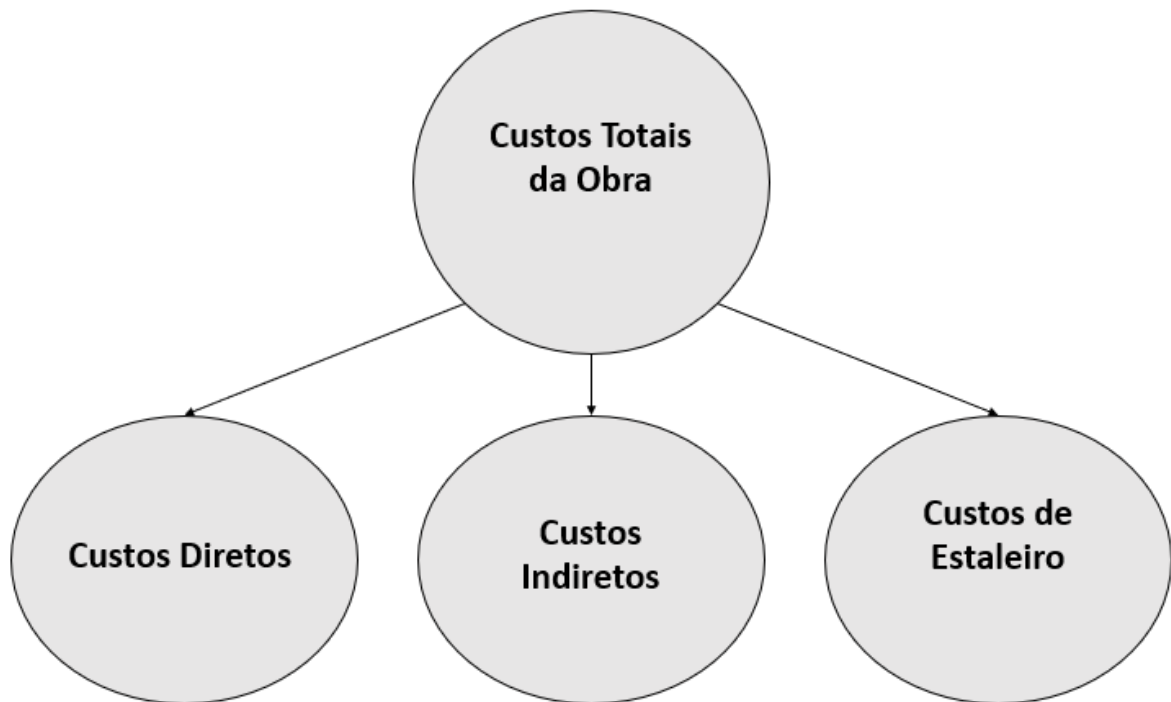


Figura 3 - Divisão dos custos totais de obra (desenhado pelo autor com base em [6])

Também é uma peça fundamental para qualquer empresa durante o processo de orçamentação a margem de lucro e risco aplicada.

Se analisarmos os três custos, em que é dividido o custo total da obra (Figura 3), é possível ficarmos com uma ideia do que é que cada um representa, ou seja:

Os custos diretos, são todos os custos que são atribuíveis à empresa durante a realização de obra, nomeadamente [4]:

*“-Custos com a mão de obra diretamente produtiva, incluindo os encargos sociais previstos na lei ou de iniciativa da empresa;*

*-Custos de materiais, elementos de construção ou equipamentos necessários à realização do trabalho;*

*-Custos de ferramentas manuais e mecânicas diretamente utilizadas na realização dos trabalhos.”*

Contrariamente aos custos diretos, os custos indiretos dizem respeito a todos os encargos associados ao bom funcionamento da empresa, não englobando a obra ou as obras em que a empresa está envolvida. São todas as despesas que a empresa tem mensalmente, todas as manutenções que a empresa precisa de exercer a nível administrativo e técnico, todas as formações que precisa de dar aos seus

colaboradores, todos os salários dos colaboradores, todas as despesas fixas mensais entre outras [6].

Por fim temos os custos de estaleiro, que são os custos das instalações fixas das obras em particular, como por exemplo os contentores marítimos para os colaboradores guardarem os materiais e equipamentos, algum aluguer de uma máquina específica que não se teve em conta nos custos diretos, salários dos chefes de obras, a eletricidade, a água e a comunicação, entre outros custos [6].

Como referido anteriormente, também se tem de ter em conta a margem de lucro e risco num orçamento. Esta margem diz respeito a uma percentagem do valor global do orçamento, ou seja, é um valor atribuído pela empresa antes da entrega do orçamento com o objetivo de ter um lucro estimado e para que não ocorram riscos a nível financeiro durante a realização da obra considera-se a margem de risco. O risco advém do facto de existirem sempre erros e omissões, resultantes do não conhecimento do desenvolvimento da obra que precisam de ser assegurados por estas margens [4].

### **2.3 Processo de Orçamentação da Empresa de Estágio**

A realização de um orçamento, na empresa, seguia sempre a mesma metodologia. A aplicação desta metodologia deixava todos os documentos organizados e permitia ter total controlo de todos os pedidos de orçamentos que entravam na empresa e de todos os orçamentos finalizados que eram enviados. Essa metodologia será descrita neste ponto.

O processo de orçamentação dividia-se em 5 etapas:

-1ª etapa: Receção do pedido de orçamento no mail:

Na receção do pedido de orçamento (usualmente por e-mail) este continha sempre a data-limite de envio do orçamento, o projeto (normalmente com desenhos em *Autocad*), o Mapa de Medições totais do projeto, a memória descritiva e justificativa e o caderno de encargos.

Antes de se iniciar o orçamento, realizava-se sempre uma primeira seleção/seriação para ser possível organizar-se e planear-se o trabalho, consoante as datas que são propostas no e-mail.

-2ª etapa: Abertura do orçamento no documento Excel “Controlo de propostas”

Este documento serve para controlar na globalidade as propostas de orçamento recebidas. Este documento contém a seguinte informação a ser preenchida:

- N° do orçamento, com a nomenclatura “O” de “Orçamento” seguido do número do ano civil, depois um “*underscore*” e o número do orçamento. Ex. O2022\_001;
- Data da entrada do orçamento no e-mail;
- Nome da obra, normalmente utiliza-se o nome que vinha no e-mail ou na memória descritiva e justificativa;
- Nome do cliente/empreiteiro geral;
- Local da empreitada;
- Especialidades que serão desenvolvidas na obra, como, hidráulicas, eletricidade, ITED, gás, AVAC;
- Data-limite de entrega do orçamento;
- Preço do orçamento – este dado só será preenchido quando o orçamento é finalizado e enviado.

#### - 3ª etapa: Abertura da pasta de orçamento

A abertura da pasta de orçamento, é feita no local dedicado aos orçamentos, separados por ano. Ao criar-se a pasta para o novo orçamento, o nome dado à pasta é o mesmo, que o número correspondente ao número do “controlo de propostas” (a título de exemplo, O2022\_001). Dentro desta pasta é colocada toda a informação enviada no pedido de orçamento, bem como, os documentos designados por “Orçamento com resumo” ou “Orçamento sem resumo”. Estes são utilizados dependendo do tamanho da obra a orçamentar, ou seja, o primeiro documento é utilizado quando o orçamento engloba todas ou quase todas as especialidades, já o segundo documento é criado, quando o orçamento engloba uma ou duas especialidades, apenas. Também é inserida na pasta toda a informação importante e necessária para a execução do orçamento.

#### - 4ª etapa: Criação da ficha de orçamento

A “ficha de orçamento” é um documento que é criado e que acompanha todo o processo do orçamento. Este documento é inicialmente preenchido no computador e impresso de seguida, no tamanho de folha A3. É depois utilizado depois como pasta de arquivo para todas as impressões feitas posteriormente, e necessárias à conclusão do orçamento. Este documento é preenchido com o número do orçamento, com a mesma informação colocada no ficheiro “Controlo de Propostas”.

Esta folha A3 é importante no processo de orçamentação porque, para além de toda a informação preenchida, é munida também de uma



tabela onde são inseridos todos os pedidos de cotação ou consultas de preço feitos para conseguir orçamentar da forma mais precisa possível. Este preenchimento inclui:

- Data de envio do pedido de cotação ou consulta de dados;
- Nome do fornecedor a quem foi feito esse pedido ou consulta;
- O material ou o equipamento que foi consultado;
- Data de resposta, quando foi recebido o orçamento desse mesmo pedido de cotação ou consulta.

- 5ª etapa: Orçamento

Conforme já foi descrito, o orçamento pode ser feito em dois documentos distintos. O primeiro no documento “Orçamento com resumo”) que é utilizado no caso de o orçamento englobar todas ou quase todas as especialidades), uma vez que este documento, já está preparado para se fazer a orçamentação separado por especialidades. E o segundo documento, “Orçamento sem resumo” é utilizado quando o orçamento é pequeno ou é apenas para uma ou duas especialidades, pois nestes casos o orçamento, sem separação de especialidades.

Depois de aberto o documento certo para a orçamentação, é inserida diretamente do Mapa de Quantidades toda a informação que este aborda.

Numa primeira fase é feita a seleção do que é possível e impossível ser orçamentado, eliminando logo tudo o que corresponde a esta última parte.

Numa segunda revisão, é visto todo o tipo de materiais e equipamentos que são pedidos e é enviado para o fornecedor correspondente um pedido de cotação. Esta tarefa é registada na “Ficha de orçamento”.

Depois de recebidos todos os pedidos de cotação é iniciado e finalizado o orçamento e enviado para o dono de obra, fechando-se o ciclo do orçamento no documento “Propostas de Orçamento” onde é então inserido o valor do orçamento e a data de envio.

### 3 Remodelação/Reabilitação de um edifício de um centro de reabilitação hospitalar

Uma das tarefas efetuadas no decorrer do estágio foi o estudo e desenvolvimento do orçamento de uma obra de remodelação/reabilitação do edifício de um centro de medicina de reabilitação hospitalar. Esta obra foi escolhida para apresentar detalhadamente neste relatório devido à sua dimensão e especificidades, bem como à diversidade e profundidade dos conhecimentos que permitiu mobilizar e desenvolver. Por razões associadas com proteção de dados, mantem-se o anonimato da localização e designação da obra.

Para uma correta execução de um orçamento e da respetiva obra, numa fase inicial todos os projetos têm de ser analisados ao pormenor. Se for detetado algum problema, este deve ser registado em cada orçamento, onde existe uma parcela que diz respeito a erros e omissões do projeto.

Na obra em estudo, foram analisados os seguintes elementos:

- Pormenorizações do empreiteiro geral da obra, Mapa de Quantidades e caderno de encargos;
- Projetos cedidos e memórias descritivas de todas as especialidades;
- Recomendações técnicas adequadas ao tipo de obra;

A parte elétrica deste projeto abrange as seguintes instalações:

- Instalações de correntes fortes:
  - Alimentação de energia aos quadros elétricos;
  - Ramais de alimentação;
  - Quadros Elétricos da instalação;
  - Iluminação normal, de vigília e de emergência;
  - Tomadas;

#### 3.1 Caracterização e classificação do projeto em análise

O edifício em estudo pertencente ao um centro de medicina e reabilitação hospitalar é constituído por três pisos, -1, 0 e 1. Este edifício destina-se a pessoas consideradas comuns e que precisam de cuidados continuados, pertencendo assim ao grupo de “Estabelecimentos Recebendo Público” destinado a edifício hospitalar de acordo com a secção 801.2 e 801.2.4 das *Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão (RTIEBT)* [7]. É categorizado ainda como edifício de 1ª categoria onde  $N > 1000$ , (sendo N lotação em número de pessoas) de acordo com o ponto 801.2.0.1, uma vez que no ponto 802.1.2.0.3 diz que:

“Quando um mesmo estabelecimento recebendo público for constituído por vários edifícios, ou quando, num mesmo edifício, existirem vários tipos de estabelecimentos recebendo público, devem ser considerados, para efeitos de cálculo da lotação, como sendo um único estabelecimento.”

Relativamente às influências externas, cada zona constituinte do edifício foi classificada em termos do ambiente (A), utilização (B) e construção do edifício (C). Esta classificação segue as RTIEBT [7], nomeadamente na secção 320 a 323 e ainda relaciona esta classificação com o tipo e natureza da proteção pretendida. A Tabela 1 apresenta essa classificação, tal como definido no projeto em estudo (informação retirada da memória descritiva e justificativa do projeto):

Tabela 1 - Influências Externas e Índices de Proteção, tal como definido no projeto em estudo.

	A																B					C		IP/IK				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	P	Q	R	S	A	B	C	D	E		A	B		
Generalidade dos locais	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1			IP20 IK04
Cozinhas, Copas e Lavandarias	4	4	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	1	1	1	1			IP21 IK04
Instalações Sanitárias (Volume 0)	4	4	1	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1			IP27 IK04
Instalações Sanitárias (Volume 1)	4	4	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1			IP25 IK04
Instalações Sanitárias (Volume 2)	4	4	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	1	1	1	1			IP24 IK04
Instalações Sanitárias (Volume 3)	4	4	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	1	1	1	1			IP21 IK04
Instalações Sanitárias Sem Chuveiro	4	4	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	1	1	1	1			IP21 IK04
Vestiários (Volume 0)	4	4	1	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	2	1	1	1	1			IP27 IK04
Vestiários (Volume 1)	4	4	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	2	1	1	1	1			IP25 IK04
Vestiários (Volume 2)	4	4	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1			IP24 IK04
Vestiários (Volume 3)	4	4	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1			IP21 IK04
Vestiários Sem Chuveiro	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1			IP20 IK04
Áreas Técnicas	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1			IP20 IK04
Casa das Máquinas e Caixas de Elevadores	4	4	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1			IP20 IK27

A Tabela 1 também apresenta os índices de proteção contra líquidos e objetos sólidos/micropartículas (IP) e os índices de proteção contra impactos mecânicos (IK). Em geral, na instalação não será utilizado nenhum equipamento com os índices abaixo de IP20 (que corresponde a uma proteção contra objetos sólidos de diâmetro até de 12,5 mm) e IK04 (corresponde a uma proteção contra impactos até 0,5 joules). Em zonas de risco de contacto com água, como os vestiários e as instalações sanitárias, é necessário maior proteção face a líquidos, pelo que o IP21 será o mínimo a usar, subindo para IP27 (corresponde a uma proteção contra objetos de diâmetros até 12,5 mm e ainda, os objetos devem suportar uma imersão de até 30 minutos a 1 metro sem qualquer infiltração) e no volume classificado como “Volume 0” (zona abrangida pela banheira ou bacia do chuveiro).

### 3.2 Ramais de alimentação ao edifício e a sua distribuição

A alimentação de todo o edifício sairá do Quadro Geral de Baixa Tensão do posto de transformação do centro hospitalar em estudo. Este alimentará o Quadro de Entrada (QEnt), que se encontra no piso 0, de acordo com as Especificações Técnicas para Redes Elétricas de Baixa Tensão em Edifícios Hospitalares. Este documento define que a alimentação será em tubo enterrado, pois dentro do perímetro de qualquer unidade hospitalar (incluindo áreas exteriores) não é possível fazer qualquer travessia aérea, qualquer que seja o nível de tensão [8].

O QEnt pode ter 3 tipos de funcionamento/alimentação: Normal, Emergência e Socorrido (N/E/S). O QEnt (N/E/S) do piso 0 vai alimentar os quadros gerais dos outros dois pisos: QGP1(N/E/S) que está localizado no piso 1; QGP-1(N/E/S) que está localizado no piso -1. É a partir do QEnt (N/E/S) do piso 0 que sairá também a alimentação para os quadros da área mecânica, do AVAC e ainda para os quadros dos ascensores QEle1(N/E) e QEle2(N/E).

Os quadros QP.0.1(N/E) e QP.0.2(N/E) serão alimentados pelo QEnt (N/E/S). Já do quadro do primeiro piso (QGP1(N/E/S)) sairá alimentação para o quadro do elevador/monta cargas QElev3(N/E) e para os quadros parciais do piso, QP.1.1(N/E), QP.1.2(N/E).

A Figura 4, sintetiza a distribuição dos quadros.

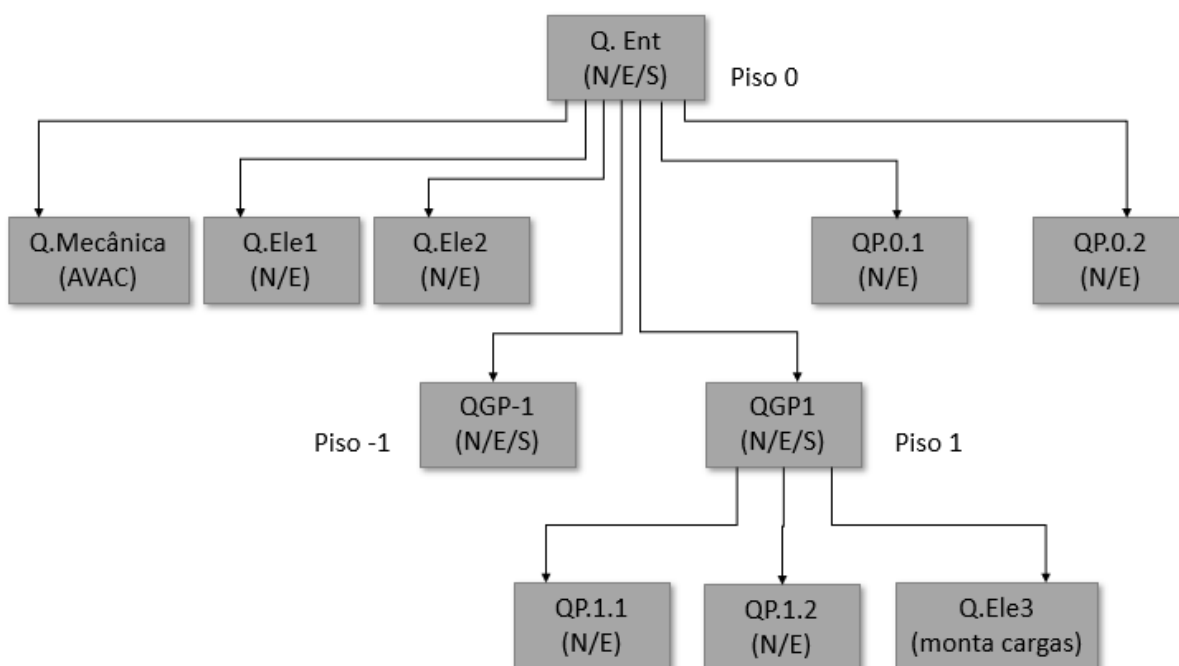


Figura 4 - Esquema de distribuição dos quadros de energia, criado pelo autor

O QEnt (N/E/S), é dividido fisicamente em dois setores, o setor de energia em regime de funcionamento normal (isto é, com alimentação normal) e o setor de energia de funcionamento socorrido (isto é, com alimentação de socorro); e o outro setor garante uma alimentação ininterrupta ou de emergência.

Como referido, primeiro setor de alimentação de energia elétrica, é designado por normal. Tal ocorre quando a alimentação é proveniente da rede de distribuição normal, mas que é falível e está sujeita a falhas devido a problemas ocorridos na rede, quer a nível do transporte, quer na distribuição. Visto que se trata de uma unidade hospitalar, onde há sempre equipamentos ou sistemas que são considerados críticos, o setor normal será complementado com o segundo setor, designado de socorrido, que é garantido pelos grupos de geradores já existentes na unidade hospitalar [8].

Para o caso em estudo, um único barramento associa estes dois setores. Porém, em caso de falha de energia e respetivo arranque do setor socorrido, o deslastre das cargas menos prioritárias bem como o restabelecimento da alimentação a partir da rede assim que tal for possível será automaticamente executada pela Gestão Técnica Centralizada (GTC) [8].

A par com o setor de energia normal, está o setor de energia socorrido, uma vez que estes dois setores partilham praticamente toda a instalação elétrica. Os dois têm com os mesmos princípios de conceção e instalação, mas com a diferença de que o setor socorrido alimenta todos os equipamentos e sistemas indispensáveis à saúde dos doentes [8]. Este setor, após falha de energia da rede de distribuição normal dispõe até 15 segundos para entrar em funcionamento, fazendo a comutação automática da rede para os grupos de geradores (usualmente eletrogéneos) [8]. Nesta comutação, ocorre, a ligação dos motores de combustão interna dos geradores e, o deslastre das cargas não alimentadas por este setor.

Para o dimensionamento do grupo eletrogéneo é preciso seguir as regras indicadas nas Recomendações e Especificações Técnicas do Edifício Hospitalar [9]:

- O projetista deve ter em consideração o uso de dois grupos de socorro, podendo estar ligados ao mesmo barramento, pelo que o sincronismo dos grupos tem de ser garantido
- Quando dois grupos se encontram ligados em paralelo devem possuir sistemas de repartição de cargas entre os dois.
- O dimensionamento de grupos tem de ser feito de forma individual e cada um tem de ser capaz de alimentar 75% da potência total socorrida.
- No caso de serem previstos mais do que dois grupos de socorro, os dimensionamentos deve ser feito de modo, que se um falhar, os sobrantes tenham capacidade de alimentar 75% da potência total socorrida.

O arranque do grupo de socorro, (no máximo em 15 segundos) é vital no meio hospitalar, mas pode não ser suficiente em alguns casos mais críticos em que 15

segundos pode colocar em risco a vida de pacientes. Para colmatar este problema, a instalação elétrica inclui o terceiro setor de alimentação de energia elétrica, chamado de setor de rede ininterrupta [9]. Este é alimentado por uma *UPS - Uninterruptible Power Supply*. O uso deste sistema pode variar conforme o tipo de alimentação, nomeadamente se é monofásica ou trifásica, bem como com as características das cargas a alimentar. É possível fazer-se uma centralização de *UPS* em que o objetivo é a alimentação de várias cargas em simultâneo ou apenas a utilização de cargas pontuais. Em todos os casos, uma *UPS* deve repor a alimentação num período máximo de até 0,5 segundos e a alimentação tem de satisfazer as características nominais das cargas prioritárias a que se destina [8] [9].

É através da rede N/S que é feita a alimentação das *UPS*. Estas unidades, têm de estar ligadas à Gestão Técnica Centralizada [8]. Assim, falhas e anomalias, bem como o decréscimo significativo da carga das baterias (entre outras situações anómalas), são detetadas pela Gestão Técnica Centralizada, que tem neste tipo de instalações um papel preponderante, sinalizando as situações anómalas com sinalização visual/luminosa. Em caso de a autonomia das baterias ser inferior a 50% para além do aviso de sinalização visual, deve ainda haver sinalização sonora [9].

Como indicado nas Recomendações e Especificações Técnicas para Edifícios Hospitalares, as *UPS* destinam-se a zonas específicas diferentes e tendo em conta as necessidades de cada zona, têm de possuir com diferentes durabilidades [9]:

- devem ter capacidade de trabalhar à plena carga durante tempo mínimo de 30 minutos nas [8]:
  - unidades de cuidados intensivos,
  - unidades de cuidados intermédios,
  - unidades de cuidados especiais,
  - unidades de cuidados pós anestésicos e
  - salas de recobro.
- devem ter capacidade de autonomia de pelo menos 1 hora nas [9]:
  - salas de operações (nomeadamente na iluminação da luz sem sombra),
  - bloco de partos.

Todos os cuidados considerados críticos em termos hospitalares (bloco operatório, bloco de partos, cirurgia do ambulatório, Unidade de Cuidados Intensivos / intermédios ou especiais, salas de recobro) devem ser alimentados por uma *UPS* individual que alimentará apenas esse serviço [8]. Deve haver alimentações redundantes no bloco operatório e nas Unidade de Cuidados Intensivos / intermédios [9].

Como a instalação em estudo (centro de medicina de reabilitação hospitalar) não há os serviços críticos descritos atrás, a utilização da alimentação ininterrupta destina-

se apenas aos sistemas informáticos: como é exemplo a alimentação dos bastidores informáticos, servidores e outros equipamentos e sistemas específicos.

### **3.3 Características e constituição dos quadros elétricos**

Os quadros elétricos que serão instalados no edifício, serão para montagem saliente, do tipo capsulado e as suas construções, devem obedecer à antiga norma IEC 60439, /atual IEC 61439 [10]. Estes quadros elétricos têm de ter isolamento duplo e classe II de isolamento, respeitando assim o que é dito no ponto 803.2.2 das RTIEBT [7]. O armário do quadro elétrico respeita também o que é dito no ponto 801.2.1.3.2, das RTIEBT [7], pois como a potência projetada é maior do que 100 kVA as paredes e as portas do armário serão feitas de materiais de classe de reação ao fogo M0.

O armário de cada um dos quadros elétricos será de fabrico modulado, em que a separação física das caixas só existe entre os quadros elétricos do setor normal/socorrido com os quadros elétricos de alimentação ininterrupta.

Todos os quadros serão equipados com barramentos constituídos por barras pintadas de cobre eletrolítico, montados com a devida distância de modo a evitar curto-circuitos acidentais e o número de barras será igual ao número de fases existentes (3), neutro e condutor de proteção. A fixação destes barramentos será feita com um material auto-extinguível, que suporta esforços tanto do tipo dinâmicos como do tipo térmicos, ou seja, foram dimensionados de maneira que a corrente de curto-circuito não flexione as barras (esforço mecânico) e não as sobreaqueça (esforço térmico) [11].

As entradas e as saídas dos cabos dos quadros elétricos serão feitas com auxílio de buçins com porca ou com auxílio a boquilha com contraporca. A eletrificação dos quadros será através de condutores rígidos, cuja secção mínima existente do quadro será de 2,5 mm<sup>2</sup>. Para secções até 16 mm<sup>2</sup>, os condutores de fase e os condutores de neutro não terão quaisquer diferenças de secção, mas para secções superiores ou iguais a 16mm<sup>2</sup> a secção do condutor neutro será inferior às secções das fases. Isto só será adequado se não existir um grande desequilíbrio entre fases.

A equipotencialidade elétrica, que serve para igualar o potencial elétrico entre o sistema elétrico e todas as estruturas envolventes, de modo a evitar que seja gerado descargas elétricas imprevistas, será garantida através da ligação de todas as partes metálicas usando de tranças de cobre ou usando um condutor da cor verde e amarela, com terminais de ligação nas extremidades.

Os quadros elétricos equipados com:

- Leds sinalizadores de tensão, que sinalizam se o respetivo quadro está sob tensão, no caso dos leds estarem acesos ou se o quadro não se encontrar sob

tensão, com os Leds apagados, suportes respetivos, base de fusíveis e fusíveis para a sua proteção;

- Interruptores gerais do tipo multicelular;

- Dispositivos sensíveis à corrente diferencial-residual de 30 e 300 mA. Estes dispositivos foram dimensionados e projetados de acordo com o local que protegem. Os circuitos de tomadas locais de acesso ao público e zonas de instalação sanitária terão um poder de corte de alta sensibilidade, as restantes serão terão um poder de corte de média sensibilidade;

- Disjuntores de ação térmica e eletromagnética com dispositivo de corte no neutro;

- Teleruptores de 10 A;

- Contactores;

- Descarregadores de sobretensões, têm a capacidade de proteger a instalação e equipamentos de furtuitos como descargas atmosféricas e de algumas sobretensões que possam existir;

- Aparelhos de medida tanto de tensão como de corrente;

- Bobinas do tipo “MX”, com a finalidade de permitir o corte de energia do setor normal do edifício à distância. A localização das botoneiras de acionamento da bobina estarão localizadas juntos aos acessos do edifício. Quando é acionado a botoneira, é injetada uma corrente na bobina que causa um disparo por emissão de corrente. Como a botoneira está ligada ao interruptor geral do quadro geral de entrada, o seu acionamento corta a energia do edifício.

De notar ainda que devido à Gestão Técnica Centralizada, os interruptores gerais dos quadros e os dispositivos de telecomandos terão de ter contactos auxiliares para o seu controlo. Também os comandos do sistema de iluminação terão de ter contactos auxiliares para controlo através da Gestão Técnica Centralizada e ainda informações de estado “ON-OFF”.

Por fim todos os quadros elétricos ainda serão munidos de circuitos equipados que servirão de reservas a futuras ampliações das para instalações.

Para instalações de baixa tensão em edifícios hospitalares, deve-se projetar de modo que a queda de tensão máxima admissível respeite os 3% desde a alimentação do QGBT até aos terminais de ligação das cargas [8]. Deve também procurar sempre que possível, o máximo de separação entre os circuitos de alimentação, nomeadamente nos casos em que a alimentação de energia elétrica é mais crítica [8].



### **3.4 Sistemas de proteção de pessoas, bens e animais**

Os sistemas de proteção nas instalações elétricas de baixa tensão são uma obrigatoriedade, pois, uma falha de isolamento pode ser fatal para as pessoas ou animais. Contudo, os sistemas de proteção de pessoas vão muito para além dos equipamentos que fazem parte dos quadros elétricos. Estes sistemas incluem os esquemas de ligação à terra (IT, TN e TT); logo, os equipamentos utilizados na implementação da ligação à terra, tal como os elérodos.

#### **3.4.1 Proteção contra contactos diretos**

Um contacto direto acontece quando uma pessoa ou um animal entra em contacto com uma parte ativa da instalações elétrica, isto é, com um elemento que em situação normal está sob tensão [12].

A proteção contra estes contactos diretos, será assegurada, através da execução das prescrições de segurança descrita no ponto 412 do RTIEBT, que menciona que [7]:

- Isolamento de todas as partes ativas da instalação, com um isolamento que só pode ser retirado se for por intervenção humana. Esse isolamento tem de ser capaz de suportar, durante um longo período, as exposições a que vai estar exposto, nomeadamente do ponto de vista mecânico, químico, térmico e elétrico. (Secção 412.1) [7];
- Proteção das partes ativas usando barreiras ou invólucros de modo a criar uma separação que dificulte o contacto. (secção 412.2) [7];
- Proteção das partes ativas usando obstáculos de modo a dificultar o contacto (secção 412.3) [7];
- Proteção por colocação fora de alcance de modo a afastar o máximo possível as partes ativas (secção 412.4) [7];
- Proteção complementar usando dispositivos de proteção sensíveis à corrente diferencial residual (usualmente designados por Diferenciais ou DR) (secção 412.5) [7].

#### **3.4.2 Proteção contra contactos indiretos**

Um contacto indireto, acontece quando uma pessoa, entra em contacto com um elemento da instalação elétrica que normalmente não tem tensão (não é parte ativa), mas que acidentalmente está sob tensão devido à ocorrência de um defeito de isolamento [12].

A proteção para este caso de contactos, contactos indiretos é feita, seguindo as RTIEBT na secção 413, que referem os esquemas de ligação à terra e a equipotencialidade (dois pontos que serão tratados nos subcapítulos seguintes) [7].

### **3.4.3 Tipos de ligação de proteção**

Como já foi referido, existem três tipos de esquema de ligação à terra que podem ser utilizados nas instalações elétricas de baixa tensão, sendo eles o esquema de ligação do tipo IT, o esquema de ligação do tipo TN (que por sua vez se divide em TN-C, TN-S ou TN-C-S) e o esquema de ligação do tipo TT.

No que diz respeito a estas nomenclaturas, segundo o artigo, da autoria do professor José António Carvalho, a primeira letra refere-se ao modo de ligação da alimentação do edifício em relação à terra no que diz respeito ao neutro da instalação [13]. Assim, no caso de a primeira letra ser T, o neutro da instalação tem uma ligação direta à terra. No caso de a primeira letra ser I, há uma ligação à terra através de uma impedância de elevado valor ou que existe um isolamento de todas as partes ativas em relação à terra. A segunda letra refere-se à forma de ligação das massas da instalação em relação à terra e indica que, as massas existentes na instalação elétrica estão ligadas à terra, caso a letra seja T. Se a segunda letra for N, existe ligação das massas a um ponto de alimentação ligado à terra, isto é, ao neutro. Por fim, as letras S e C dos esquemas de ligação TN-C, TN-S ou TN-C-S, referem que a função do neutro e de proteção são assegurados por condutores diferentes - caso da letra S; que a função do neutro e do condutor de proteção, são combinados num mesmo condutor - no caso da letra C.

#### **3.4.3.1 Esquema de ligação IT**

Analisando-se o esquema de ligação IT (Figura 5, Figura 6), constata-se que a massa da alimentação (ponto neutro) está isolada da terra, ou que é ligada à terra através de uma impedância de elevado valor. Pode-se ainda, constatar que as massas da instalação elétrica são ligadas diretamente à terra, como é possível verificar na Figura 5. Neste esquema, tal como mostra a Figura 6, pode não haver distribuição de neutro.

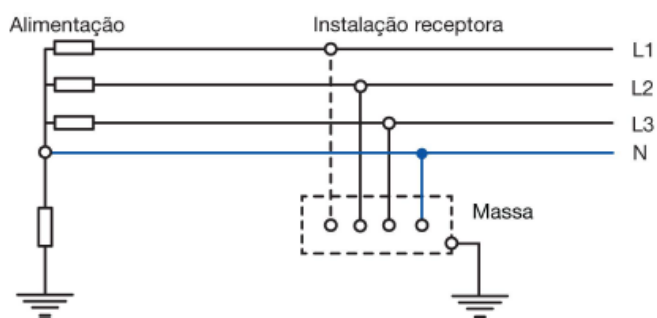


Figura 5 - Esquema de ligação IT, com distribuição de Neutro [14]

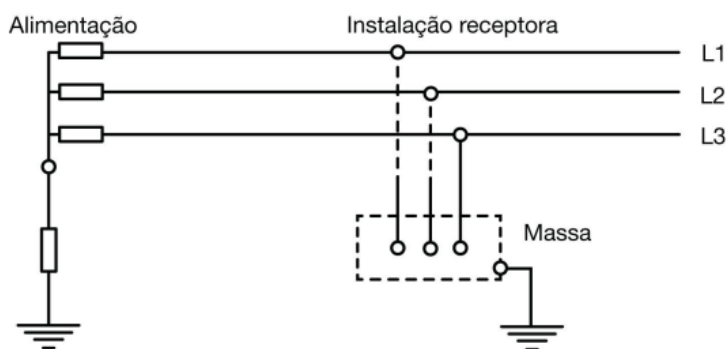


Figura 6 - Esquema de ligação IT sem distribuição de Neutro [14]

Este esquema de ligação à terra garante a continuidade de serviço quando ocorre um primeiro defeito, não sendo preciso interromper a alimentação do circuito [14]. Tal deve-se ao facto de que a corrente resultante de um primeiro defeito será muito reduzida e a tensão de contacto deverá ser inferior a 50 V (tensão de contacto convencional), não colocando riscos relevantes para os potenciais utilizadores. Na ocorrência de um segundo defeito no intervalo de tempo em que o primeiro ainda não foi resolvido, a corrente de defeito alcançaria valores elevados e perigoso, o que vai levar à atuação das proteções, logo ao corte da alimentação. Este tipo de ligação à terra obriga à utilização de um Controlador Permanente de Isolamento com o papel de detetar qualquer defeito e sinalizá-lo para que seja reparado antes que ocorra um segundo defeito [13].

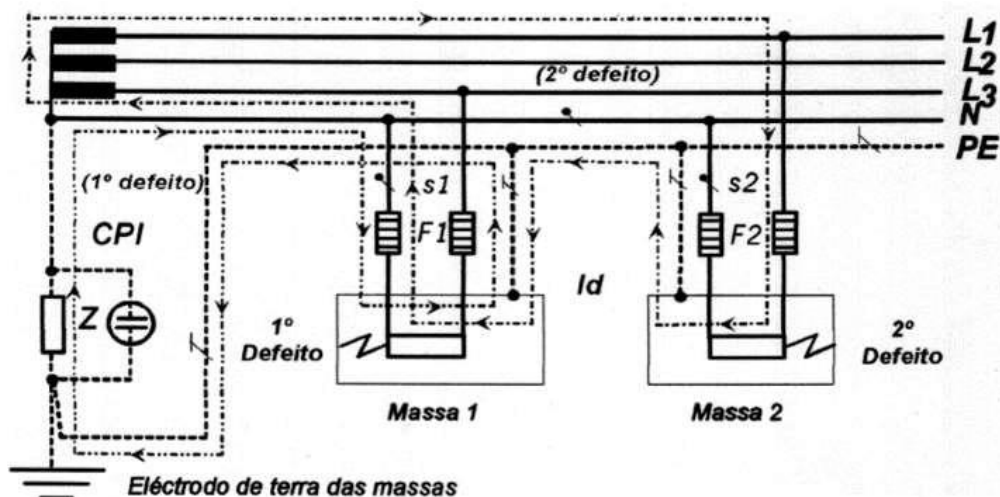


Figura 7 - Esquema de ligação à terra IT, com a distribuição do neutro [13]

O esquema da Figura 7, representa uma ligação à terra do tipo IT com neutro distribuído. Para que tal seja possível é necessário que o neutro esteja ligado à terra por uma impedância de valor extremamente elevado (quase equivalente a um circuito aberto). Tal permite estabilizar o valor da tensão da instalação relativamente à terra.

### 3.4.3.2 Esquema de ligação TN

Relativamente ao esquema de ligação TN, a massa da alimentação (neutro) tem ligação direta a um ponto de terra, enquanto as massas da instalação são ligadas ao neutro da alimentação que está ligado à terra [15].

Como mencionado anteriormente este esquema tem subdivisões, sendo TN-S onde a função do condutor de neutro e o condutor de proteção são assegurados por condutores diferentes (N e PE), e que tem o esquema de ligação apresentado na Figura 8. Este esquema de ligação é usualmente aplicado nos circuitos finais que apresentam frequentemente secções inferiores a 10 mm<sup>2</sup> no caso de o condutor ser de cobre e 16 mm<sup>2</sup> no caso do condutor ser de alumínio, de acordo com o artigo “Proteção das pessoas nos esquemas de ligação à terra TN e IT” [15].

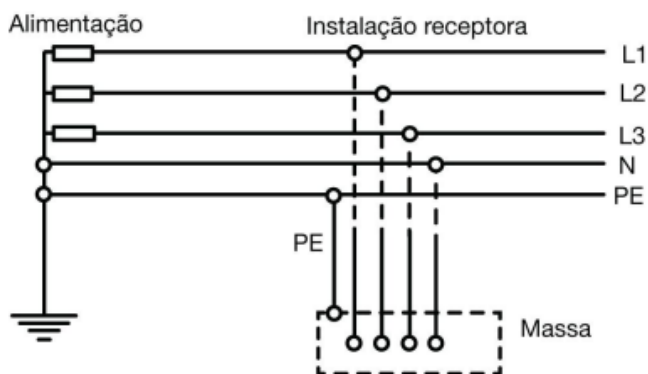


Figura 8 - Esquema de ligação TN-S [14]

Outra opção é o uso do esquema de ligação TN-C. Neste esquema, representado na Figura 9, a função do neutro e do condutor de proteção são combinadas num único condutor (designado por PEN) [14]. Neste tipo de esquema de ligação à terra, é fundamental que não ocorra nenhum corte do condutor PEN. Para tal, como proteção e de forma a evitar qualquer quebra no condutor de proteção, este deve ter uma dimensão da secção mínima de 10 mm<sup>2</sup> [13]. Uma quebra do condutor de proteção seria extremamente perigosa para as pessoas, pois, colocaria as massas com o valor da tensão fase-terra da instalação (usualmente 230 V – valor eficaz), que seria sempre superior aos 50 V da tensão de contacto máxima permitida. De modo a garantir a proteção através de corte automático, são utilizados dispositivos de proteção contra sobrecorrentes [15] [16]. Não é permitido a utilização de diferenciais nesta ligação.

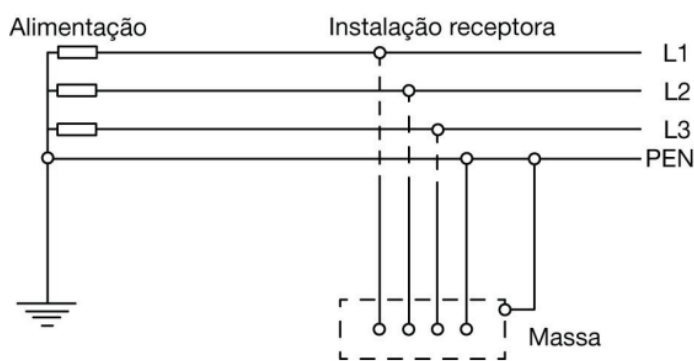


Figura 9 - Esquema de ligação TN-C [14]

Por fim a última variante deste tipo de ligação (TN), é a TN-C-S que não é nada mais que a junção dos dois esquemas acima referenciados (TN-S e TN-C). No esquema TN-C-S, numa parte da instalação a função do neutro e do condutor de proteção é combinada num único condutor (PEN) e na outra parte, a função do neutro e do condutor de proteção é garantida por condutores independentes (N e PE). Este esquema é apresentado na Figura 10. Normalmente, este tipo de ligação é o mais utilizado nas instalações industriais pois permite diminuir os custos devido ao uso de menos condutores. Para que este esquema possa ser implementado, o esquema

TN-C tem de estar mais a montante da instalação, junta à alimentação, longe das cargas e onde as secções são mais elevadas. Tal deve-se ao facto de que a maioria das alimentações dos quadros parciais são feitas por condutores de secções não inferiores a  $10 \text{ mm}^2$ , a proteção face a contactos indiretos é garantida através do uso de dispositivos de proteção contra sobrecorrentes; e junto às extremidades das instalações (isto é, mais próximo das cargas) usa-se a opção TN-S pois esta parte apresenta secções inferiores e podem ser usados dispositivos de proteção diferencial (o que permite fazer proteção contra contactos diretos) [15] [17].

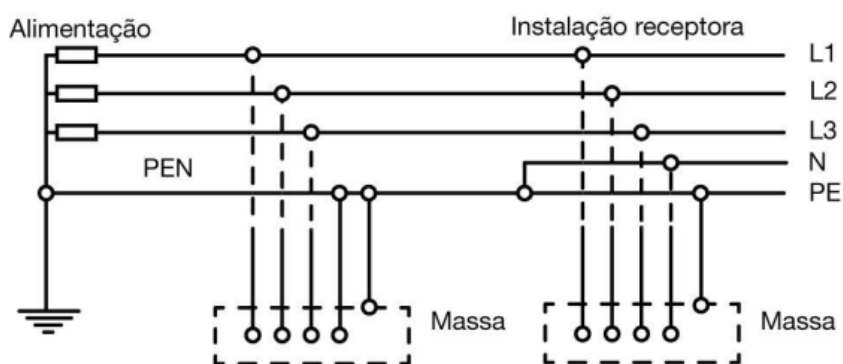


Figura 10 - Esquema de ligação TN-C-S [14]

Nos casos da Figura 8, Figura 9 e Figura 10, a ocorrência de um defeito de isolamento é equivalente a um curto-circuito fase-neutro, o que torna o valor dessa corrente alta, onde é necessário garantir a proteção da instalação com dispositivos contra sobrecorrentes, garantindo com isso, o corte da alimentação da instalação de imediato. Para garantir o correto funcionamento da proteção, é indispensável que independentemente do local do defeito, a corrente de defeito seja superior ao limiar do valor convencional para esse mesmo dispositivo de proteção. Estes dispositivos têm de assegurar o corte da alimentação de energia da instalação num período máximo estipulado pela norma IEC 60364-4-41. Contudo, esse tempo é de 0,4 segundos para uma tensão limite convencional de 50 V e de 0,2 para uma tensão limite convencional de 25 V [13].

### 3.4.3.3 Esquema de ligação TT

O esquema TT, foi o escolhido para a instalação do edifício em estudo (centro de reabilitação hospitalar). Neste tipo de ligação, a massa da alimentação da instalação elétrica (Neutro) é ligada à terra no posto de transformação (esta terra é frequentemente designada por terra de serviço ou terra de alimentação). Neste esquema, as massas da instalação foram ligadas à terra (usualmente designada como terra de proteção ou das massas). As duas terras referidas têm de ser

eletricamente independentes. Na Figura 11, é possível ver como são efetuadas estas ligações.

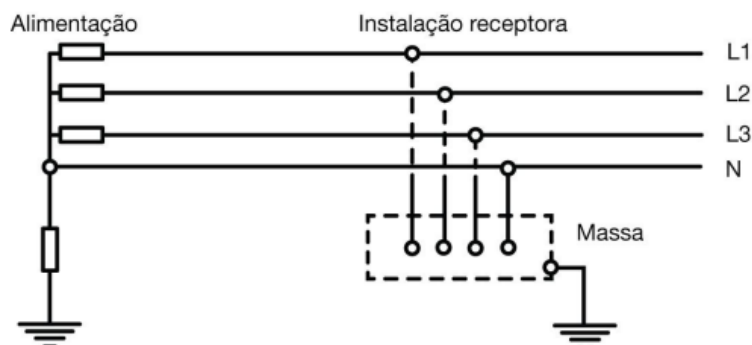


Figura 11 - Esquema de ligação TT [14]

Na ocorrência de um defeito entre a massa e a fase, o circuito de defeito inclui o condutor de proteção (ligando as massas à terra) e fecha-se pela ligação à terra da parte da alimentação (através da ligação do neutro) fechando-se a malha de defeito pela terra [13]. Neste percurso de defeito, as impedâncias são fundamentalmente constituídas por condutores (de impedância muito baixa) e pelas resistências dos elétrodos de terra (cuja resistência é quase nula). Contudo, o percurso entre a terra das massas e a terra de serviço leva a que a corrente de defeito seja muito baixa [17]. Como consequência, torna-se difícil garantir a proteção das pessoas, bens e animais contra contactos indiretos usando dispositivos contra sobreintensidades, uma vez que a corrente de defeito será muito baixa. Devido ao valor da corrente de defeito e de modo a se conseguir cortar a alimentação da energia do edifício em caso de defeito, os dispositivos de proteção utilizados no esquema TT são os diferenciais e dispositivos de proteção contra sobreintensidades [13].

Para dimensionar a proteção diferencial a utilizar na proteção da instalação, é necessário fazer-se o cálculo da tensão de contacto [13]:

$$U_c = \frac{R_A}{R_A + R_B} * U_0 \quad (1)$$

Onde:

$U_c$  – Tensão de contacto [V]

$R_A$  – Resistência do elétrodo de terra das massas [ $\Omega$ ]

$R_B$  – Resistência do elétrodo de terra da alimentação [ $\Omega$ ]

$U_0$  – Tensão nominal da instalação [V]

É também preciso calcular a corrente máxima de atuação do diferencial a usar (designada também como corrente diferencial -  $I_{\Delta n}$ ), que corresponde a um nível de sensibilidade do dispositivo diferencial. Todos estes dispositivos estão agrupados em grupos de sensibilidade como mostra a Tabela 2.

Tabela 2 - Grupos de sensibilidades dos dispositivos diferenciais [14]

Corrente diferencial $I_{\Delta n}$		RA ( $\Omega$ )
20 A		2,5
10 A		5
5 A		5
3 A		17
Média sensibilidade	1 A	50
	500 mA	100
	300 mA	167
	100 mA	500
Alta sensibilidade	$\leq 30$ mA	$> 500$ (30 mA para $RA \leq 1667\Omega$ )

O cálculo necessário para se obter a corrente máxima de atuação do diferencial a usar é:

$$U_L = R_A * I_{\Delta n} \quad (2)$$

Em que:

$U_L$  – Tensão limite convencional [V]

$R_a$  – Resistência do elétrodo terra das massas [ $\Omega$ ]

$I_{\Delta n}$  – Corrente diferencial do dispositivo [A]

O valor de  $U_L$  a considerar divide-se em dois grupos, sendo 50 V nos locais isentos de riscos especiais e de 25 V nos outros locais. Estes valores, são definidos para uma tensão de contacto durante pelo menos 5 segundos.

Uma vez efetuados estes cálculos, segundo o artigo, o dispositivo de proteção diferencial deve então assegurar que a tensão limite convencional ( $U_L$ ) terá de ser sempre igual ou superior à tensão de contacto calculada ( $U_C$ ), tal como está definido na expressão (3) [13]. E, ainda, que o valor da corrente diferencial ( $I_{\Delta n}$ ) calculada terá de ser sempre inferior ou igual à corrente de defeito ( $I_d$ ), tal como está definido na expressão (4) [13]:



$$U_c \leq U_L \quad (3)$$

$$I\Delta_n \leq I_d \quad (4)$$

De acordo com a norma, IEC 60364-4-41, preconizada no artigo [13], para valores de corrente que não excedam os 32 A e em circuitos finais, o tempo de atuação da proteção não deverá exceder os 2 segundos; e em todos os outros casos, nunca deverá exceder o 1 segundo de tempo de atuação. Para os circuitos finais de tomadas com valores de corrente nominal não superiores a 20 A, esta norma diz também que o diferencial deverá pertencer aos de alta sensibilidade; isto é, tem de ter  $I\Delta_n$  até 30 mA de acordo com a Tabela 2.

### 3.5 Rede de terras

Para um melhor conhecimento dos sistemas de proteção, tem de se conhecer o funcionamento da rede de terras bem como toda a sua envolvente. Para iniciar, a aplicação de uma rede de terras serve não só para a proteção como também tem suas razões funcionais, sendo que é também utilizada na equipotencialização do edifício. A rede de terras também tem como função proporcionar a terra de serviço nos postos de transformação e de terra de proteção dos edifícios (quando existe). Também é necessária aos sistemas de comunicação e na filtragem de interferências eletromagnéticas, bem como na proteção de descargas atmosféricas (ligação ao para-raios) [18].

Os equipamentos utilizados na rede de terras incluem os cabos de cobre ou alumínio, a nu ou revestidos, com as cores convencionais (verde-amarelo), para além de muitos outros equipamentos que serão analisados de seguida.

Citando o artigo do professor Fernando Jorge Pita “Avaliação de Sistemas de Terras” [18], onde refere o que os equipamentos da rede de terras devem cumprir:

*“A seleção e a instalação dos equipamentos que garantem a ligação à terra devem ser tais que:*

*a) O valor de resistência dessa ligação esteja de acordo com as regras de proteção e de funcionamento da instalação e que permaneça dessa forma ao longo do tempo;*

*b) As correntes de defeito à terra e as correntes de fuga possam circular, sem perigo, nomeadamente no que respeita às solicitações térmicas, termomecânicas e eletromecânicas;*

*c) A solidez e a proteção mecânica sejam garantidas em função das condições previstas de influências externas.”*

Os elementos centrais utilizados nas redes de terra designa-se de eléctrodos. Estes podem tomar várias formas e podem ser de vários tipos, de acordo com as RTIEBT no ponto 542.2.1, nomeadamente [19]:

- Tubos, varetas ou perfilados;
- Fitas, varões ou cobre nu;
- Chapas;
- Armaduras de betão imerso no solo;
- Canalizações metálicas de água, mas com a garantia que o responsável pela instalação elétrica e o distribuidor de água entrem em acordo e que o primeiro tome sempre conhecimento no caso de mudanças de canalização hidráulica.

- Anéis feitos de fitas ou cabos nus que são colocados nas fundações dos edifícios. Este tipo de eléctrodo foi o utilizado na obra em estudo, mas na sua constituição tem também varetas ligadores, que fazem a ponte do cabo nu e da vareta para ser possível fazer-se o anel sem ser feito corte no condutor. Este anel é normalmente executado no início das obras, uma vez que as fundações estão à vista, e serve também de terra para o estaleiro de obras. Como o sistema de terras é enterrado, este fica a uma profundidade tal que fica salvaguardado das alterações climáticas sazonais e como tem ótimo contacto com o solo, consegue apresentar um menor valor de resistência.

O anel referido em cima, é constituído por varetas de 2,0 m de comprimento, de 15 mm de diâmetro, cobreadas e enterradas a uma profundidade mínima de 0,80 m do topo da vareta. O condutor que ligou todas as varetas enterradas no solo foi, como indicam as regras técnicas, um condutor de cobre nu de secção 25 mm<sup>2</sup>. Esta secção, é calculada, de acordo com as RTIEBT [19] através da seguinte expressão:

$$S = \frac{I\sqrt{t}}{k} \quad (5)$$

Em que, esta expressão só é válida para valores de  $t \leq 5$  s e:

S – Secção do condutor de proteção [mm<sup>2</sup>]

I – Corrente de defeito [A]

t – Tempo de funcionamento até ao corte do dispositivo [s]

k – Fator que depende da natureza do material do condutor de proteção e podem ser consultadas nas tabelas 54B a 54E das RTIEBT [7].

Outro dispositivo utilizado e que não pode ser descorado é o Terminal Principal de Terra (TPT).

Aos TPT, segundo as RTIEBT no ponto 542.4 devem ser ligados [7]:

- Condutores de Terra;
- Condutores de Proteção;
- Condutores das ligações equipotenciais principais;
- Condutores de ligação à terra funcional.

Os TPT devem situar-se num lugar de fácil acesso uma vez que vão integrar um ligador amovível, que permite a medição do valor da resistência do elétrodo terra das massas [7].

### **3.5.1 Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA)**

Uma descarga atmosférica é um fenómeno natural que tem uma elevada intensidade, rapidez e perigosidade, sendo que os valores da corrente podem chegar aos 200 kA num espaço de tempo de microssegundos. Estas descargas atmosféricas ocorrem devido à acumulação de cargas elétricas em algumas localizações da atmosfera, dando por isso, origem a uma diferença de potencial dentro da própria nuvem, entre as nuvens ou entre nuvens e o solo. É esta última situação (entre nuvem e solo) a que mais interessa, interessa e preocupa do ponto de vista das instalações elétricas [20].

A falta de um SPDA apropriado, pode originar um risco elevado para as pessoas, animais e bens, podendo assim, ter consequências fatais para a vida dos utilizadores da instalação elétrica. Os danos relativos à ausência deste sistema de proteção dependem das características da estrutura e das características da descarga momentânea.

A escolha destas medidas de proteção é feita pelos proprietários ou pelos projetistas, seguindo sempre todas as restrições técnicas e económicas; bem como tendo em conta todos os riscos que possam estar presentes, que se encontram discriminados na EN NP 62305-2 [21]. Essa escolha não é aleatória, pois sendo uma medida de proteção segue alguns passos que serão apresentados de seguida e que estão de acordo com a norma EN NP 62305-2.

Para a avaliação e cálculo das proteções, tem de se começar por avaliar o risco, o que inclui [21]:

- As dimensões e características da estrutura, tais como a altura, o comprimento, o tipo de utilização, o número de pessoas/utilizadores, os materiais utilizados, etc.
- As características do meio ambiente em que se insere a estrutura, se é um local isolado, se é rodeado por objetos de altura inferior, etc.

- A densidade anual de descargas atmosféricas (nível ceráunico) no solo no local da estrutura (esta densidade expressa-se como o número de impactos por quilómetro quadrado por ano e é disponibilizada pelo IPMA) [22] [23].

No decorrer da avaliação de risco, identificam-se todos os tipos de perdas [21]:

- Perdas de vidas humanas ou invalidez permanente;
- Perdas de serviços públicos;
- Perdas de património cultural;
- Perdas económicas.

Para cada um destes riscos, é necessário calcular-se o valor do Risco ( $R_X$ ) e posteriormente comparar-se com o valor do Risco Tolerável ( $R_T$ ), que é o valor máximo convencional. Assim sendo, a estrutura tem de ser protegida se o valor do  $R_X$  for superior ao valor do  $R_T$ :

$$R_X > R_T \quad (6)$$

Se esta situação se confirmar, é necessário aplicar-se medidas de proteção. Estas são classificadas em quatro níveis de proteção diferentes e são numeradas da menos eficaz (nível I) para a mais eficaz (nível IV) [21]:

- Nível IV;
- Nível III;
- Nível II;
- Nível I.

Caso se verifique o contrário:

$$R_X \leq R_T \quad (7)$$

Em que o  $R_X$  é igual ou inferior ao  $R_T$ , a proteção complementar da estrutura não é necessária [21].

Depois de se avaliar os riscos acima representados, temos de avaliar o impacto económico que uma descarga atmosférica pode causar numa instalação ou estrutura. Para isso é necessário comparar-se o custo total das perdas causadas pela descarga atmosférica contendo medidas de proteção e sem a implementação dessas medidas o que permite verificar se se torna economicamente exequível essa proteção [24]. O fluxograma, da Figura 12 (retirado do Guia prático NP EN 62305:

Proteção contra descargas atmosféricas), representa e sintetiza todo o caminho a seguir-se na avaliação dos riscos [24].

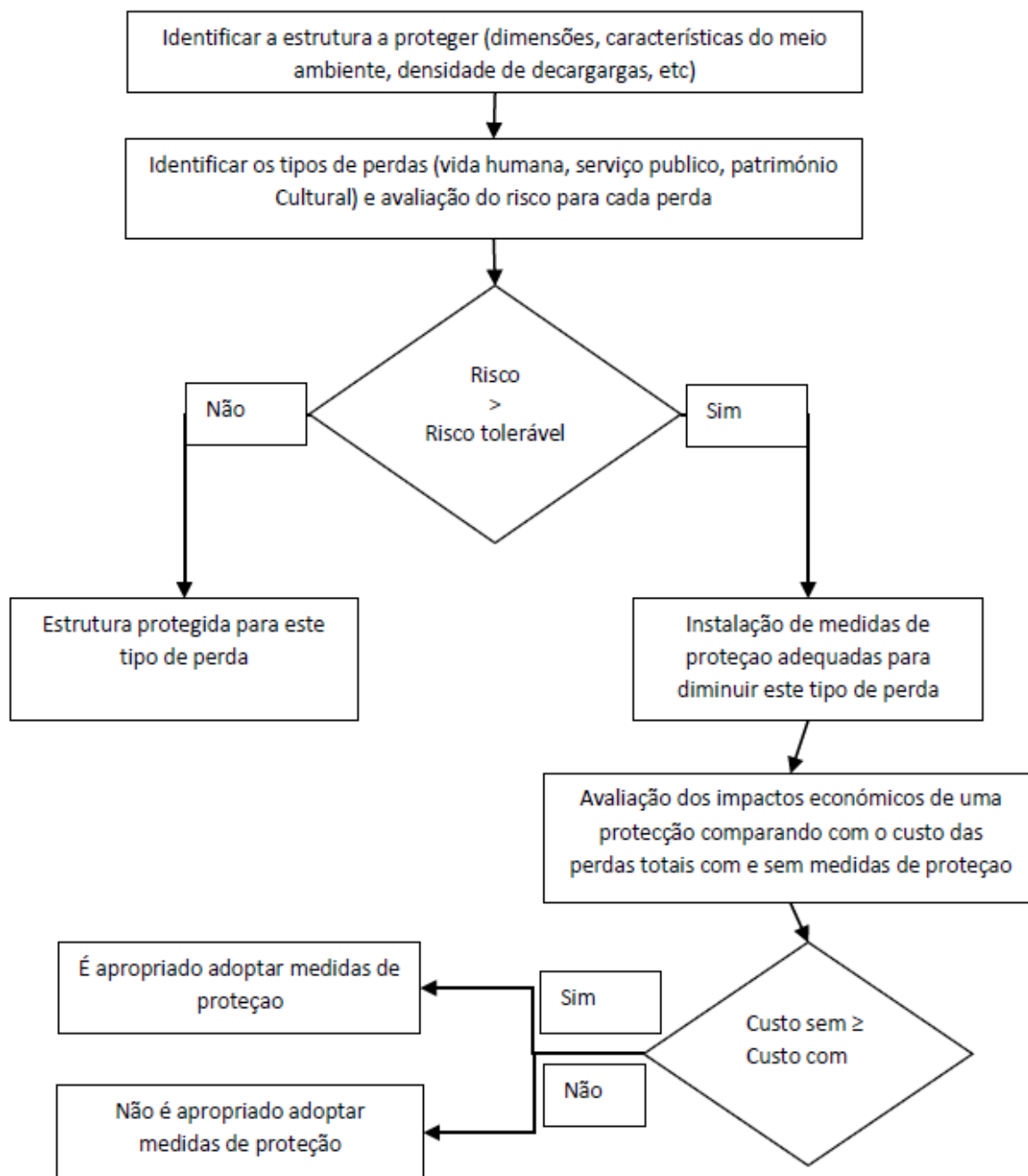


Figura 12 – Fluxograma do Procedimento geral para aplicação de SPDA [24]

Na obra em estudo (centro de reabilitação hospitalar), o SPDA é constituído por um sistema de captação de descargas atmosféricas (para-raios), composto na totalidade por peças metálicas, situando-se no ponto central mais elevado do telhado do edifício. O para-raios é composto por o mastro de 3,0 metros de altura e os captadores são situados na extremidade superior do mastro. O mastro é fixo através de um suporte isolado e é ligado aos captadores um condutor de aço (galvanizado a quente), com uma secção de 50 mm<sup>2</sup> de acordo com o solicitado na memória

descritiva e justificativa da obra [25]. Esse cabo é suportado por braçadeiras isoladas, distanciadas umas das outras em 1,0 metro e fazendo assim a baixada até à TPT onde é ligado através de um ligador mecânico com o cabo de cobre de 50 mm<sup>2</sup> secção que faz o seguimento para o solo e que depois deriva em três direções perfazendo a chamada “pata de galo”, para ajudar na dissipação da energia produzida pela descarga atmosférica, de acordo com o projeto da obra em estudo.

### 3.5.2 Equipotencialidade

A equipotencialização de um edifício, serve para prevenir algumas diferenças de potencial que possam surgir em equipamentos ou objetos que em regime normal se encontram sem tensão, serve para blindar os campos elétricos vizinhos bem como a criação de um canal de descarga contínua de cargas elétricas. A equipotencialização é feita através da ligação à terra por meio de condutores de proteção com secções definidas, de todas as partes metálicas não ativas na instalação, sendo que, esta ligação equipotencial é uma condição para o bom funcionamento de todos os equipamentos [26]. Segundo as RTIEBT no ponto 413.1.2.1 referente à ligação equipotencial principal, diz que [7]:

*“Em cada edifício devem ser ligados à ligação equipotencial principal os elementos condutores*

*seguintes:*

- a) o condutor principal de protecção;*
- b) o condutor principal de terra ou o terminal principal de terra;*
- c) as canalizações metálicas de alimentação do edifício e situadas no interior (por exemplo, de água e gás);*
- d) os elementos metálicos da construção e as canalizações metálicas de aquecimento central e de ar condicionado (sempre que possível).”*

Completa ainda que também serão ligadas à ligação equipotencial principal as bainhas metálicas dos cabos de telecomunicação, sendo que para isto, é preciso haver uma autorização dos proprietários ou dos utilizadores destes cabos [7].

Na obra em análise (centro de reabilitação hospitalar) e de acordo com a memória descritiva e justificativa, executou-se a interligação das partes não metálicas com auxílio de um condutor se secção 16 mm<sup>2</sup>, de cor convencional verde-amarelo e a essa interligação será feita em:

- Caminhos de cabos metálicos e respetivas tampas, sendo estas ligadas por uma distância de 20 metros, a pedido da fiscalização de obra;

- Canalizações metálicas de água, de esgotos, do aquecimento central e do ar condicionado, bem como as condutas envolventes, sendo que estas também espaçadas com uma distância de 20 metros, a pedido da fiscalização de obra;

- Elementos metálicos de construção acessíveis, como por exemplo no sótão, as vigas metálicas que suportam o telhado;

- Guias metálicos dos elevadores;

- Aros das portas;

- Bancadas metálicas;

- E todas as outras partes metálicas acessíveis ao público e que não foram mencionadas.

A equipotencialidade nas instalações elétricas e balneários, seguem o ponto 701.413.1.6 das RTIEBT, uma vez que foi feita uma ligação equipotencial suplementar, que interligue todos os elementos condutores existentes nos volumes 0, 1, 2 e 3 com os condutores de proteção dos equipamentos colocados nesses volumes [7].

### **3.6 Caminhos de Cabos**

Do ponto de vista da flexibilidade de exploração de uma instalação, é necessário analisar caminhos que foram previstos pelo projetista para a distribuição de energia, as comunicações, a rede de segurança e as redes complementares. Os sistemas de caminhos de cabos (para o centro de reabilitação hospitalar) escolhidos pelo projetista que serão analisados neste documento, incluem:

- a tubagem;

- as esteiras de varão em aço galvanizado;

- as calhas PVC;

Tratando-se de uma instalação de um edifício que receberá público, os caminhos de cabos, respeitam o preconizado nos pontos 801.2.1.1.4 e 801.1.1.5 das RTIEBT [7].

#### **3.6.1 Tubagem**

Os caminhos de cabos foram definidos com tubo do tipo VD, tubo do tipo ERM ou Gris e tubo do tipo VRFE anelado ou manga corrugada [27] [28] [29].

No caso das instalações exteriores, nomeadamente no ramo proveniente do PT até à instalação, esse trajeto é feito através de tubo VRFE, de acordo com o projeto da obra, enterrado a uma profundidade mínima de 0,60 metros do solo, sendo que, na travessia da via reservada a automóveis, o tubo aprofunda no mínimo a 1 metro do

solo, onde, essa profundidade é estendida a 0,50 metros para cada lado, segundo as RTIEBT [7].

Para a instalação embebida, por cima do teto falso e por trás das paredes feitas em placas de gesso cartonado, foram utilizados tubos do tipo ERM. Este é um tubo maleável, de fácil utilização, com a parede interior e exterior lisas e de cor cinza. É livre de halogéneo e com características auto-extinguíveis. A temperatura de funcionamento do tubo tem um intervalo de 65 °C sendo que a temperatura mais baixa é de -5 °C e a mais alta ronda os 60 °C. A sua resistência de compressão suporta até 320 N [28]. A união entre tubos foi feita através de uniões de plástico, usando braçadeiras de, que foram fixadas através de parafusos.

Para as canalizações à vista, nomeadamente na casa das máquinas, os tipos de tubo utilizados foi o VD. Este tubo é um tubo rígido em PVC de cor creme e com as paredes interiores e exteriores também lisas. Este tubo tem características semelhantes ao ERM, sendo livre de halogénio e com características auto-extinguíveis [27]. A união entre tubos foi feita através de uniões de plástico, compatíveis e foram fixos através de braçadeiras de aperto mecânico sendo estas fixas através de parafusos.

### **3.6.2 Esteira de varão em aço galvanizado**

O caminho dos cabos feito em esteira de varão em aço eletro galvanizado foi utilizado em zonas centrais, embebida acima da cota do teto falso ou à vista nas zonas técnicas. Este tipo de caminhos de cabos, foi executado sempre no ponto mais elevado, ficando acima das tubagens hidráulicas e qualquer outro tipo de tubagens que foram implementadas. As esteiras foram colocadas em suportes feitos através de varão roscado, em que uma das extremidades foram fixas no betão e na outra fixava uma barra de perfil perfurado, ligeiramente mais larga que a medida das esteiras, fazendo uma espécie de cadeira. A esteira foi fixa nesse suporte através de acessórios compatíveis e fornecidos pelo mesmo fornecedor da esteira.

As esteiras utilizadas tinham 3 metros de comprimento, com 5,5 centímetros de altura e de largura foram utilizados duas medidas diferentes, 20 centímetros na maioria da construção e de 30 centímetros nas baixadas para os quadros. Nas extremidades, estas esteiras têm encaixes próprios o que facilita a construção/ampliação do caminho de cabos, o que diminui o gasto em acessórios complementares para fixar esteira atrás de esteira. São de aço eletro galvanizado de acordo com a norma DIN EN 12329, que se refere à proteção contra a corrosão de metais eletro galvanizado a zinco com tratamento suplementar em ferro ou aço [30].



### **3.6.3 Calha PVC**

Por fim, também foram utilizados caminhos de cabos do tipo calha técnica de PVC. A escolha deste tipo de caminhos de cabos surgiu devido à existência de várias salas feitas em mármore, que o proprietário da obra decidiu manter e não autorizou que fossem perfuradas. Não havendo possibilidade de utilizar tubos para se passar os cabos, optou-se por colocar calha técnica do tipo PVC.

Esta calha, de cor branca e livre de halogénio, foi colocada com todos os acessórios necessários para a sua utilização como ângulos planos, ângulos internos variáveis, derivações e os topos. A calha técnica utilizada vai ao encontro da norma EN 50085-2-1, que diz respeito aos sistemas de canalização para cabos e sistemas de condutas fechadas se secção não circular nas instalações elétricas, sendo que incide na última parte. Tem uma gama de temperatura de funcionamento de 85 °C, sendo a temperatura inferior de -25 °C e a mais elevada de 60 °C, tem a característica de não propagar chamas, não tem continuidade elétrica e é eletricamente isolada. A tensão nominal declarada pelos testes feitos pela fábrica do fornecedor da calha técnica foi de 1000 V, enquanto, o ensaio do fio incandescente executado pelos mesmos e segundo a norma IEC 60335-2-9 atingiu os 1000 °C, sendo segura para as pessoas que irão frequentar as salas onde estas calhas estão instaladas [31].

Estas calhas foram ainda divididas para fazer a divisão dos cabos de pares de cobre (que alimentam as tomadas de rede) e dos cabos de energia que alimentam as tomadas e os interruptores.

## **3.7 Cabos**

De uma forma geral, os cabos utilizados foram cabos do tipo FXZ1 [frt, zh], de acordo com o estipulado na memória descritiva do projeto. As secções mais utilizadas foram 1,5 mm<sup>2</sup> e 2,5 mm<sup>2</sup>, para os circuitos de iluminação e para os circuitos de tomadas, respetivamente. O código de cores que foi seguido é o código de cores habitual:

- Condutores fase: Preto, Castanho, Cinzento;
- Condutores Neutro: Azul;
- Condutores Terra: Verde-Amarelo.

Algumas das características dos cabos utilizados no transporte e distribuição no interior do edifício são: a alma condutora, é multifilar e flexível e tem uma secção circular. O isolamento dos condutores é de polietileno reticulado (XLPE) e a bainha exterior, de cor verde, é feita por um composto termoplástico reticulado livre de halogéneos (LSZH, *Low Smoke Zero Halogen*) [32]. São cabos que segundo o fornecedor satisfazem várias normas tais como as normas IEC 60332-1-2 e EN

60332-1-2 que se referem à não propagação de chama (frt, que significa, *fire retardant*) e ainda relativamente à isenção de halogenados (zh que significa, *zero halogen*) [32]. Quanto à baixa opacidade, cumpre as normas IEC 61034-2 e EN 61034-2 e ainda referente à baixa toxicidade, cumpre as normas IEC 60754-1, EN 60754-1 e IEC 60684-2 EN 60684-2 [33].

A tensão estipulada  $U_0/U$  do condutor é de 0,6/1 kV, cumprindo a norma NP 665, e a temperatura máxima do condutor em regime normal é de cerca de 90 °C (porque é revestido a XLPE), sendo que a temperatura máxima do condutor em regime de curto-circuito é de 250 °C para um intervalo de tempo inferior a 5 segundos [32] [33].

### 3.8 Instalação da Iluminação Interior

Os sistemas de iluminação, indicados na memória descritiva e justificativa do projeto em análise, foram definidos, pelo projetista, com base na adequação da sua função; na otimização dos respetivos custos das diferentes luminárias; no seu regime de funcionamento e quando à garantia da fiabilidade nos diversos espaços utilizados.

Na base das decisões tomadas estão as recomendações preconizadas nas RETEH que refere que [9]:

*“As soluções de iluminação devem, no entanto, ser sempre justificadas com base numa ponderação investimento/custo de funcionamento, que atenderá a todos os aspetos relevantes, entre os quais se destacam os seguintes:*

- *Custo da luminária e seu rendimento;*
- *Custos de manutenção (duração da luminária, substituição de lâmpadas e de acessórios, limpeza);*
- *Qualidade de iluminação;*
- *Peças (lâmpadas) de reserva;”*

As instalações de iluminação interior deste edifício, e tendo em conta a sua utilização hospitalar, podem ser classificadas como: Iluminação Normal; Iluminação de Segurança; Iluminação de Vigília; As instalações de iluminação compreendem os aparelhos de iluminação, bem como os respetivos comandos e todos os correspondentes circuitos destinados à sua instalação, funcionamento e utilização.

As escolhas das luminárias para as diferentes zonas onde vão ser aplicadas foi maioritariamente da tecnologia LED (*Light Emitting Diode*). Contudo houve zonas onde foram aplicadas armaduras com lâmpadas fluorescentes que utilizam balastos eletrónicos, seguindo o disposto nas RETEH [9].

Relativamente ao nível do índice de restituição cromática, na maioria dos locais do edifício este não pode ser inferior a 85, com particularidade em zonas do tipo salas de tratamentos, as salas de recobro, os laboratórios, as salas de autópsias, entre outras, o índice de restituição cromático não pode ser inferior a 90.

### **3.8.1 Iluminação Normal**

A escolha do tipo de iluminação foi feita pelo projetista tendo em conta a fácil acessibilidade das luminárias e a sua rápida identificação, mas também, foram escolhidas tendo em conta o tipo de utilização e de exploração das diversas divisões do edifício.

As luminárias definidas foram dispostas, por forma a obter os seguintes parâmetros, (indicados pela entidade responsável pela fiscalização de obra):

- Posto de enfermagem – 500 lux;
- Salas de tratamento – 600 lux;
- Sala de laboratório – 500 lux;
- Sala de investigação – 500 lux;
- Instalações sanitárias – 200 lux;
- Vestiários – 200 lux;
- Quartos – 300 lux;
- Zonas de circulação – 200 lux;
- Salas de espera – 200 lux;
- Gabinetes de trabalho – 500 lux;
- Refeitórios – 300 lux;
- Sala de atividades – 300 lux;
- Sala de convívios – 300 lux;
- Salas técnicas – 300 lux.

De acordo com as RTIEBT, na secção 801.2.1.5.2.1 [7], os locais de acesso, permanência ou circulação de público, deverão ter no mínimo dois circuitos de iluminação protegidos por diferenciais independentes o que tal foi executado na obra em análise. Tal, deve-se ao facto de que no caso de falha de um dos circuitos, se pretende evitar que todo o local deixe de ser iluminado [34].

Aquando da execução dos circuitos para as instalações de iluminação, nas luminárias que pertencem ao mesmo circuito, as derivações foram feitas sempre que possível nos seus bornes de ligação. No caso das luminárias em que tal não se verificava porque os bornes de ligação das luminárias não permitiam efetuar as derivações, foram então instalados no interior das luminárias, ligadores de derivação do tipo “*Push-Wire*” com a capacidade adequada ao número de derivações e nomeadamente à secção dos condutores utilizados [35].

As caixas de aparelhagem e derivação tiveram dois tipos de utilização, sendo encastradas na parede, teto ou exteriores, colocadas em esteira de arame. As de encastrar, são fabricadas em material isolante termoplástico e livres de halogéneo com IP 40 e IK 07. Estas são de classe II (com duplo isolamento) e a tampa é de aperto através de parafusos metálicos. Foi prevista a utilização de tubos lisos ou corrugados as caixas previstas possuem as diferentes dimensões [36] [37]:

- Caixas de aparelhagem 69x69x44,2 mm;
- Caixas de derivação 91x91x42 mm.

As caixas de derivação de montagem exterior, têm as características das anteriormente descritas com salva exceção de que: as tampas são de encaixe, são caixas estanques, com utilização de buçins para facilitar a estanquicidade e as suas dimensões são 80x80x40 mm.

Para este tipo de iluminação em zonas comuns, o controlo será feito através de um módulo de teclas que se encontra em cada piso na respetiva sala do secretariado, sendo que a função deste módulo é apenas de comando. As derivações para estes módulos diferem de piso para piso, consoante o número de circuitos que englobam nesses pisos, da seguinte forma:

- No piso -1: sendo o piso mais pequeno do edifício, com cerca de metade dos metros quadrados dos outros dois, têm apenas quatro circuitos de iluminação comum para alimentar e por isso a derivação é feita com um cabo de 4 pares que ligam nos respetivos contactores dos circuitos de iluminação do quadro geral de emergência do piso.
- No piso 0: existindo três alas com circuitos diferentes de iluminação, para os respetivos quadros parciais, sai uma derivação num cabo de 4 pares, para o QP0.1 e QP0.2, da ala Sul e ala Norte respetivamente. Na zona central, a derivação do módulo de comando foi feita com um cabo de 16 pares para o quadro geral de emergência do piso, uma vez que alimenta a maior parte dos circuitos interiores e exteriores.
- No piso 1: existindo também três alas com circuitos diferentes de iluminação, para os respetivos quadros parciais, sai uma derivação num cabo de 4 pares, para o QP1.1 e QP1.2, da ala Sul e ala Norte respetivamente. Na zona central, a derivação do módulo de comando foi feita com um cabo de 16 pares para o quadro geral de emergência do piso, uma vez que alimenta a maior parte dos circuitos interiores e exteriores, idêntico ao piso 0.

A marca definida no projeto de iluminação é maioritariamente a *Exporlux*. Contudo, durante o processo inicial da obra/orçamentação, encontraram-se luminárias equivalentes que foram aprovadas pela fiscalização de obra. Esta alternativa é da marca *Climar*, tendo as seguintes características e a seguinte numeração em projeto:

- **N0** - Marca *Climar*, série *TALLES Recessed 80*, é uma luminária de encastrar com uma distribuição do fluxo luminoso direta e recuada para não ofuscar; com a base em alumínio, de cor branca mate e com um difusor em vidro temperado. O seu ângulo de abertura ótico é de 55°. No ensaio da resistência ao fio incandescente atinge os 960 °C. Tem uma potência máxima de 5 W, uma temperatura de cor de 4000 K, IP 44 e IK 05, um diâmetro 80 mm e 50 000 horas de vida útil [38].

- **N1** – Marca *Climar*, série *SIRIUS-D Recessed 137*, é uma luminária de encastrar, com uma base em alumínio de cor branco mate e um difusor em policarbonato opalino, com uma resistência ao fio incandescente de 850 °C, com IP 44 e IK 06. Tem 10 W de potência e classe II de isolamento, a temperatura da cor é de 4000 K, tem um diâmetro de 187 mm e tem um tempo de vida útil estimado de 50 000h [39].

- **N2 e N3** – Marca *Climar*, série *SIRIUS-D Recessed 137*, estas duas luminárias têm as características idênticas à luminária N1, sendo que diferem na potência, que de 20 W e o diâmetro de 187 mm [39].

- **N4** - Marca *Climar*, série *I-SPOT 150 SQ*, é uma luminária que fica saliente no teto, de dimensões, 150x150x100 mm. Tem uma distribuição do fluxo direta e um difusor igual aos das três luminárias anteriores. É de policarbonato opalino e o corpo da luminária é de alumínio branco mate. Tem uma resistência ao fio incandescente de 850 °C e uma temperatura de cor de 4000 K. O ângulo de distribuição de luz é de 120° e tem um IP 40 e um IK 04 e é de classe I de proteção. Tem uma potência de 12 W e uma vida útil de até 60 000 horas de funcionamento [40].

- **N5** - Marca *Climar*, série *ADAAR Slim*, é uma luminária de encastrar com uma altura muito reduzida, de dimensões 600x600x8,5 mm. Contém um difusor micro-prismático e uma distribuição direta do fluxo luminoso. O corpo é em alumínio e em branco mate. Tem uma classe II de proteção e 600 °C de resistência ao fio incandescente, um IP 20 e um IK 04. A sua potência é de 33 W, com uma temperatura de cor de 4000 K e uma vida útil estimada nas 50 000 hora. [41].

- **N6 e N6a** - Marca *Climar*, série *Double Mono*, *N6* é uma luminária para aplicar no exterior, com um difusor de vidro temperado cristal, corpo em alumínio e de cor branco mate, e tem um fluxo de luz que pode ser regulado como direta, indireta ou ambas. A segunda luminária (*N6a*) é semelhante, mas tem apenas fluxo de luz direta. As duas têm um IP 65 e um IK 07, a resistência ao fio incandescente é de 960 °C e são de classe I de proteção. A potência e as dimensões da *N6* são 70 W e 85x85x275 mm e da *N6a* são luminária de 35 W e 85x85x170 mm [42].

- **N7, N7a, N8, N8a, N9 E N10** - Marca *Climar*, série *OMEGA XS trimless*, são luminárias de encastrar no teto, de comprimento variável, com um corpo em alumínio

de cor branca mate, com um fluxo de luz direta e um difusor em policarbonato opalino. Têm um IP 43 e um IK 05, são de classe I de proteção e têm 850 °C de resistência ao fio incandescente. A temperatura da cor é de 4 000 K e têm um tempo de vida útil de 72 000. A potência é de 44 W no grupo de luminárias N7, N9 e N10 e de 57 W no grupo de luminárias N7a, N8 e N8a [43].

- **N11** - Marca *Climar*, série *ATE*, são luminárias salientes para colocação no teto ou nas paredes, fabricada em policarbonato e o seu difusor também é fabricado em policarbonato opalino. As suas dimensões são 90 mm de largura e de altura e 1 275 mm de comprimento. Têm uma distribuição direta do fluxo luminoso, a temperatura da cor é de 4 000 K e tem um consumo de 28,9 W. Têm IP65 e IK 08 e 850 °C de resistência ao fio incandescente [44].

- **N24, N25 e N26** - Marca *Climar*, série *Ergos Recessed*, são luminárias que têm um fluxo luminoso direto, o corpo é de alumínio e a cor é alumínio anodizado natural mate. O difusor é em policarbonato opalino. É uma luminária de encastrar, tanto no teto como na parede e tem IP 40 e um IK 08, classe III de proteção e 850 °C de resistência ao fio incandescente. A potência é de 15 W e a temperatura da cor é de 4 000 K [45].

- **N27, N27 e N29** - Marca *Climar*, série *Ergos surface*, são de montagem saliente (mas na obra em estudo ficaram escondidas por cima de um sanca, como iluminação indireta), com um difusor em policarbonato opalino e o corpo da luminária em alumínio anodizado mate. A versão escolhida foi a ERGOS-L que permite um ângulo de abertura do fluxo luminoso de 120°. Tem um IP 40 e um IK 06 e uma classe de proteção II. Esta luminária também tem capacidade para integrar o sistema DALI em que a potência na luminosidade mais baixa é de 4,8 W e para as luminárias mais curtas e chegam aos 14,4 W caso a luminosidade chegue ao valor mais elevado. A diferença de três armaduras são o seu comprimento, o que por sua vez altera também o valor da potência máxima e mínima [46].

Também as calhas hospitalares, embora destinadas para terem tomadas para os gases medicinais, são utilizadas para a iluminação e alguns pontos de tomadas. As calhas escolhidas pelos projetistas para a obra em estudo foram:

- **C1** - Marca *Climar*, série *Hosteck 340 °*, é uma calha para utilização saliente e horizontal que é constituída por perfis de alumínio, lacado a branco, com separação física entre a energia e os gases medicinais. Na parte da energia inclui um sistema de botão de sinalização/chamada do enfermeiro, iluminação direta para a cama, com ligação por um manipulador, iluminação indireta, tomadas de corrente elétrica e tomadas RJ45. Este tipo de calha tem um comprimento de 4 metros, e a potência da iluminação direta é de 28 W já a indireta é de 54 W [47].

- **C2** – É uma calha semelhante à anterior, apenas com a diferença do comprimento, é um bocado mais curta, pois é para utilização de quartos com apenas 1 cama [47].

- **C3** – É uma calha semelhante às anteriores, apenas com a diferença do comprimento que é de aproximadamente 4,5 metros para a utilização em quartos maiores de duas camas [47].

- **C4** – É uma calha, que, em termos de equipamento e estrutura é igual às anteriores. Com a diferença de que é uma calha para usar na vertical e apenas uma por cama [47].

### **3.8.2 Iluminação de Vigília**

A iluminação de vigília tem, segundo as RTIEBT, algumas regras que deve cumprir. Esta iluminação serve para os enfermeiros (ou outro tipo de responsável pelos pacientes) tenham acesso a informações do paciente, enquanto este dorme e sem que seja preciso acender a iluminação direta. Esta iluminação deve por tanto, dentro de cada quarto que estiver ocupado, permanecer ligada durante a noite; ou então, no caso de a iluminação de emergência se encontrar em modo sempre permanente, a iluminação de vigília pode-se encontrar desligada. Dentro dos quartos, este tipo de iluminação deve ter um comando local, segundo o que está preconizado no ponto 801.2.4.1.2. das RTIEBT [7].

Para a iluminação no interior dos quartos, para além da calha hospitalar já falada anteriormente, também foi utilizada a seguinte iluminação:

- **N12** - Marca *Climar*, série *LDL-E01*, é uma luminária de reduzidas dimensões, com apenas 90x90 mm, o corpo da luminária é de alumínio com a moldura em cinza, tem um consumo baixíssimo de apenas 1,2 W e a temperatura da cor é de 3 000 K. Tem um IP 20 e o ensaio com o fio incandescente foi de 960° e é de classe II de isolamento [48].

### **3.8.3 Iluminação de Emergência**

De acordo com o já apresentado no subcapítulo 3.1 do presente capítulo, e de acordo com a RTIEBT, este edifício é classificado em função da sua tipologia e lotação como sendo um edifício do meio hospitalar e de 1ª categoria [7]. Perante tal, iluminação de emergência escolhida pelo projetista é uma iluminação do tipo B, como mandam as RTIEBT, com recurso a unidades de blocos autónomos que são alimentados por baterias incorporadas no próprio equipamento [7]. Em caso de algum tipo de avaria dos sistemas de iluminação normal, ou por algum eventual

problema de falha de energia, e por forma a garantir a evacuação de pessoas de forma mais segura, estes blocos permitem uma iluminação que permitem a circulação fácil das pessoas. A sua instalação em obra tem algumas medidas que têm de ser respeitadas tais como:

- Não devem ter qualquer dispositivo de proteção ao longo do percurso;
- Em caso de falha de energia, devem tem um tempo de arranque imediato;
- Devem estar distanciadas com a uma distância máxima de 15 metros;
- No caso dos blocos autónomos, o fluxo luminoso deve ser superior a 60 lúmens;
- Têm de estar a uma altura tal, que a parte de baixo do bloco autónomo fique a 2,25 metros do solo, ou que fique inacessível ao público.

Sendo uma instalação de blocos autónomos como iluminação de emergência, estes, devem ser dotados de um dispositivo de telecomando que seja capaz de alterar o seu estado consoante a ocupação do edifício. Caso o expediente de trabalho tenha acabado, os blocos autónomos devem passar para o estado de “repouso” e durante a atividade laboral, com pessoas no edifício os blocos autónomos devem passar a “vigília”. Este dispositivo foi colocado no quadro geral de emergência do piso 0 e tem as seguintes características:

- Módulo de telecomando da iluminação de emergência, da marca *Eaton*, modelo *LUM10312*. Apresenta uma alimentação a 230 V, com e uma tensão de saída de aproximadamente 9 V. O corpo é feito de policarbonato, é auto-extinguível e é de classe II de proteção. Uma imagem do equipamento é apresentado na Figura 13 [49].



Figura 13 - Módulo de telecomando (retirado de [49])



Este módulo recebe a alimentação de 230 V. A entrada 1 e 2 (ver Figura 13) serve para a deteção da alimentação da iluminação normal. A entrada 7, 8 e 12 é para o telecomando à distância, através, por exemplo, da GTC. O 11 é a entrada para o contacto da CDI (Central de Incêndio). As entradas 5 e 6 serem para o comando através de outro telecomando. As entradas que se encontram no meio das entradas 5 e 6 (entradas da parte de baixo do telecomando, à direita) são se conseguir efetuar o comando localmente, na zona onde o telecomando se encontra instalado. Já os dois botões servem para fazer a comutação de estado no local, passando ao estado de “repouso” ou de “vigília”.

Os blocos utilizados, têm as seguintes características:

- O bloco autónomo é da mesma marca do telecomando (*Eaton*), de modelo *SL2MNM42D1CDB*, e pode ser usado de forma saliente ou encastrada. O corpo é feito de policarbonato, auto-extinguível e o difusor também é em policarbonato, mas este é transparente para ser possível ver o fluxo luminoso. As suas dimensões são 270x119x49 mm. Tem um IP 42 e um IK 04, com uma classe II e tem um tempo útil de vida de 50 000 horas. Tem a capacidade de trabalhar em modo permanente (sempre ligado) ou não permanente (liga em caso de falha da iluminação normal), e o seu consumo no primeiro caso é 2,4 W e no segundo caso é de 2,5 W. A bateria tem uma autonomia de 1 hora [50].

No caso da obra em estudo, todos os blocos autónomos foram colocados a funcionar no modo permanente à exceção de os que se encontram na entrada dos quartos. Tal foi acordado com a fiscalização, aquando da montagem dos blocos, de forma a não perturbar o descanso dos pacientes.

#### **3.8.4 Sistemas de comando**

Como já referido anteriormente, nas zonas de acesso livre ao público, o comando está centralizado no quadro de comando que se situa nas secretarias de cada piso. Nos locais em que os acessos são restritos ao público, o comando da iluminação é feito no próprio local. Nesses casos, o comando local é feito por:

- Interruptores;
- Comutadores de Lustre;
- Comutadores de escadas;
- Detetores de presença.

### 3.9 Instalação de tomadas

Para ser possível fazer-se a ligação de aparelhos que utilizam energia elétrica de baixa potência, foram instaladas nas diferentes divisões do edifício, tomadas para o uso geral. O número e a localização das tomadas foram definidos pelo projetista, tendo em conta as possíveis necessidades e a constituição de cada divisão. Segundo o preconizado na memória descritiva e justificativa, o critério da queda de tensão e o critério de aquecimento é sempre tido em conta e cada circuito nunca passa em mais do que duas divisões.

Nas divisões que serão laboratórios, devido aos elevados números de equipamentos presentes, foram as divisões onde se instalaram mais pontos de alimentação de energia.

Ao encontro com as RETEH, as tomadas adotadas para a instalação, foram monofásicas do tipo “Shucko” para 16 A e 250 V, com terminais Fase+Neutro+Terra, que possuem um sistema de alvéolos protegidos [9].

As tomadas foram sinalizadas, diferenciando a cor dos seus espelhos, consoante a alimentação que recebem, do seguinte modo:

- Rede Normal: Cor branca;
- Rede de Emergência: Cor Vermelha.

Nos locais de maior afluência de público, como as zonas de circulação, salas de espera e átrios centrais, as tomadas devem ser mantidas desligadas quando não estiverem a ser utilizadas.

As derivações de tomada para tomada, foram feitas muitas vezes nos próprios bornes das tomadas, sendo que também foram feitas nas caixas de derivação com as mesmas características das caixas apresentadas já anteriormente no ponto 3.8.1.

As tomadas colocadas foram de encastrar na parede, na maior parte do edifício. Também foram colocadas nas calhas PVC, bem como nas calhas hospitalares. Em algumas divisões foram também instaladas nas caixas de chão que levam até quatro tomadas de energia e quatro de rede. Nas zonas técnicas e casa das máquinas as tomadas foram de montagem saliente.

## **4 Instalações elétricas de correntes fracas e ITED**

No que diz respeito às correntes fracas, no presente capítulo serão apresentados os seguintes pontos:

- Sistema de sinalização de chamada de emergência e intercomunicação;
- Sistema Automático de Detecção de Incêndios (SADI);
- Central de deteção de Gás.

As alimentações a cada um dos equipamentos são feitas sempre a 230 V sendo depois transformados para as tensões de utilização normais de cada sistema.

Os caminhos de cabos das correntes fracas são independentes dos caminhos de cabos das correntes fortes, sendo que, as características da esteira de varão em aço galvanizado são as mesmas que para as correntes fortes, embora que de tamanho inferior.

O projeto do centro de reabilitação em estudo é de um processo que teve início há algum tempo, pelo que o projeto de Infraestruturas de Telecomunicações executado segue as Prescrições e Especificações Técnicas das Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios (ITED), 2ª edição. À data da execução do presente documento o manual de ITED já se encontra na 4ª edição, porém, desde que foi aprovado o projeto do edifício em análise, este não foi mais alterado.

No âmbito do ITED irão ser apresentados os seguintes pontos:

- Classificação ambiental;
- Caracterização e cálculo das redes de tubagem;
- Caracterização dos sistemas de cabos;
- Pontos de distribuição;

### **4.1 Sistema de sinalização de chamada de emergência e intercomunicação**

O sistema de sinalização de chamada de emergência e intercomunicação tem como principal objetivo que nos locais onde a consola principal de receção da chamada de emergência, seja possível visualizar as chamadas e identificar o local exato do pedido de auxílio. O sistema permite que esta sinalização seja feita por meio visual e acústico, podendo ser adicionada através das “peras” de cabeceira das camas, dos blocos de porta ou nas instalações sanitárias.

Nas enfermarias, onde estará um/uma enfermeiro/a vigilante, foi instalado o sistema de comunicação por fonia, sendo o local onde se instalou também a consola principal de sinalização e intercomunicação.

Nas instalações sanitárias foram instalados, sendo para deficientes motores ou não, instalou-se um módulo de chamada que é ativado através de cordão, colocado junto à sanita. O cordão percorre todo o perímetro da instalação sanitária, passando mesmo pelo interior do chuveiro.

O sistema de sinalização de chamada de emergência e intercomunicação, tem vários equipamentos, sendo eles:

- Consola principal com fonia;
- Bloco de porta/ interface com *display* com fonia;
- Botão de chamada com sinalização;
- Manipulador de chamada com cordão e ficha (“pera” de chamada);
- Microfone;
- Botão de cancelamento;
- Sinalizador luminoso;

O sistema implementado (de chamada de emergência e intercomunicação) funciona do seguinte modo [51]:

- **Chamada a partir do quarto, com retorno da enfermeira**

O paciente chama o/a enfermeiro/a, carregando no botão da “pera” que se encontra na cabeceira da sua cama. Com isto, a sinalização do bloco de porta passa a vermelho e o sinalizador localizado no exterior do quarto, no corredor à vista de todas as pessoas começa a piscar lentamente, com um led vermelho.

No visor da consola principal aparece a luz vermelha a piscar e imite-se um sinal sonoro com uma cadência baixa. Também aparece no mesmo visor, a indicação do número do quarto bem como da cama que chamou, se se tratar de um quarto de duas camas [51].

- **Resposta do/a enfermeiro/a à chamada de quarto**

O/a enfermeiro/a, assim que avisado/a pelo sinal ótico e sonoro da consola principal, carrega no botão verde, tal pretende tranquilizar o paciente e informar que já está a tomar conta da ocorrência. Com esta resposta, a luz vermelha de aviso passa de intermitente a fixa e o sinal sonoro para. Depois disto, o contacto fónico é mantido através da consola principal com o paciente, através de um microfone no teto do quarto com alcance suficiente para ser perceptível a comunicação entre ambos. Também as luzes do bloco de porta do quarto e os leds do sinalizador do corredor passam a fixas.

Ao entrar no quarto, o/a enfermeiro/a tem de registar a sua presença no bloco de porta, carregando no botão de aviso de cor verde. Esta ação faz aparecer na

consola principal o sinal de que o pedido está a ser atendido e por sua vez, o sinalizador do corredor passa a ter o led vermelho (sinal de chamada) bem como o led verde (indicador de presença de enfermeiro/a) ligados e fixos.

Quando resolver a situação que originou a chamada, o/a enfermeiro/a volta a carregar no botão verde (sinalização de presença de enfermeiro/a), que faz com que as luzes do bloco de porta, do sinalizador do corredor e da consola principal se apaguem [51].

- **Chamada a partir das instalações sanitárias**

Dentro de qualquer instalação sanitária (dentro ou fora dos quartos) para um utilizador pedir ajuda, basta puxar o cordão de chamada que se encontra a toda a volta da instalação sanitária. Com isto ele vai acionar um pedido de chamada prioritário, fazendo com que, as luzes do sinalizador do cordão, do bloco de porta da instalação sanitária, do sinalizador do corredor e da consola principal pisquem com uma frequência elevada, bem como o sinal acústico desta última. Neste caso o sinalizador do corredor tem ativos os leds vermelho de chamada de enfermeiro/a e o led branco que sinaliza que o pedido é na instalação sanitária.

Na consola principal aparece indicação “WC” e o número do quarto ou o local da instalação caso seja fora de um quarto [51].

- **Resposta do/a enfermeiro/a à chamada a partir das instalações sanitárias**

Ao tratar-se de uma chamada prioritária, o profissional de enfermagem, não pode “tranquilizar” a chamada a partir da consola principal, como no caso de chamada a partir de um quarto, tal como descrito anteriormente. Mesmo que tente silenciar ou anular o pedido, não o conseguirá e, por isso, terá de se apresentar obrigatoriamente no local da chamada.

Ao entrar na instalação sanitária correspondente, o/a enfermeiro/a terá de fazer exatamente o mesmo que foi descrito anteriormente: carrega no botão verde de indicação de presença de enfermeiro/a, sinalizando assim a sua presença no bloco de porta, no sinalizador do corredor e na consola principal e, por sua vez, as luzes de aviso do botão por cordão apagar-se-ão. Também o sinal sonoro da consola principal deixa de tocar.

Depois de resolvido, a situação, o/a enfermeiro/a terá de voltar a tocar no botão verde de presença do/a enfermeiro/a para tudo voltar ao normal [51].

- **Chamadas em simultâneo**

Quando um/a enfermeiro/a está a auxiliar algum paciente, já tendo marcada presença no quarto e estando as luzes correspondentes dos blocos de porta e dos

sinalizadores de corredor ligadas, se um outro paciente faz uma chamada, a luz verde dos blocos de porta e dos sinalizadores passam do estado fixo para o estado intermitente. Isto acontece em todos os quartos onde estão presentes enfermeiros e há uma nova chamada. Na consola principal, o que acontece é um acumular de chamadas que ficam por ordem de chegada se forem do mesmo nível de prioridade, ou, caso a nova chamada seja de um nível de prioridade superior passa imediatamente para a frente de todas as outras [51].

- **Pedido de auxílio de outro enfermeiro ou médico**

Quando um enfermeiro está a auxiliar um doente, depois de ter marcado presença e de todo o processo normal das luzes estarem ativos, se este precisar de ajuda de outro/a enfermeiro/a deverá carregar novamente no botão de chamada de emergência, podendo fazê-lo na pera da cabeceira da cama ou no bloco de porta. Com isto, a luz verde mantém-se igual, ligada no estado fixo, tanto no bloco de porta como no sinalizador do corredor, e como na consola principal. Já a luz vermelha de emergência passa do estado fixo para o intermitente, ativando o sinal sonoro e ótico na consola principal.

Aquando da chegada do novo profissional, este deve sinalizar a sua presença, carregando no botão verde de presença e as luzes indicadores ficam todas em estado fixo com sinalização de 2 dois profissionais na consola principal. No fim basta carregar novamente no botão verde e voltará tudo ao normal.

Caso, o/a primeiro/a enfermeiro/a considere que precisa de ajuda de um médico ou de uma equipa de emergência, em vez de carregar no botão de chamada de enfermeiro/a, carrega no botão azul. Este botão é o botão de chamada de emergência rápida. Assim que este botão é acionado, os leds vermelhos do sinalizador do corredor, do bloco de porta e da consola principal começam a piscar e a emitir um sinal sonoro com uma frequência alta.

No fim de tudo resolvido, basta carregar no botão verde e voltará tudo ao normal [51].

- **Verificação de anomalias e tabela das prioridades**

Uma anomalia neste sistema pode ser detetada através dos sinalizadores, pois começam a piscar em ciclo, de cima para baixo, apagando e acendendo. Nos blocos de porta e consola principal, em caso de anomalia liga uma luz com um ponto de exclamação. Esta sinalização aparece quando por exemplo, um doente puxa a “pera” com demasiada força que a danifica ou às ligações; quando há uma falha de alimentação e ficam a trabalhar com a bateria; ou quando a bateria apresenta algum desgaste [51].

• **Tabela das prioridades**

Este sistema, segue uma tabela relativa às prioridades das chamadas. Segundo o fornecedor as prioridades são as que estão representadas na Figura 14 seguinte [52]:

PRIORIDADE	TIPO DE COMANDOS	COMANDOS	SINALIZAR NO SINALIZADOR DE CORREDOR	SINALIZAR NA C.PRINCIPAL E B.PORTO COM ECRÃ
	Chamada urgência máx. do WC (Code Bleu)	+  +	Piscar rápido	
	Chamada urgência máx. do Qto (Code Bleu)	OU  +  +	Piscar rápido	
	Chamada urgência (pedido ajuda) do WC	+  +	Piscar lento	
	Chamada urgência (pedido ajuda) do Qto	+  +  OU  OU	Piscar lento	
	Chamada WC			
	Chamada simples	OU		

Figura 14 - Tabela de prioridades do sistema de chamada [52], adaptado

## 4.2 Sistema Automático de Detecção de Incêndios (SADI)

Para a obra em estudo, no que diz respeito à deteção de incêndios, o edifício será provido de um sistema automático de deteção de incêndio abrangido por uma tecnologia analógico-endereçável [53].

Este sistema, tem como base uma central principal com capacidade de 2 *loops* (*loop* ou anel, é chamado quando um circuito é fechado, neste caso do SADI, se considerarmos que o *loop* começa na central de deteção de incêndio, este *loop*, volta à central, passando por todos os dispositivos que se pretende sem haver interrupção) expansível até um total de 4, sendo que esta central se encontra localizada na secretaria do piso 0. Também é composta por duas centras repetidoras que estão igualmente localizadas na secretaria dos pisos 1 e -1.

A estas centrais, foram conectados vários equipamentos, com capacidade de programação por parte da central principal, nomeadamente:

- Detetores Óticos;
- Detetores de dupla tecnologia (ótico-térmico);
- Botoneiras de ação manual;
- Detetores com sinalização;
- Sirenes ótico-acústica;
- Módulos de entrada e saída (Módulo IO);

Para além dos equipamentos que pertencem ao sistema de incêndio, a central tem também aptidão de comandar dispositivos e equipamentos de outras áreas incluindo, os registos corta-fogo, os comandos de desenfumagem, a central de gás, os ascensores e ainda os retentores das portas corta-fogo.

O edifício está munido de 4 *loops*, pertencendo cada *loop* a um piso diferente, em que o:

- *loop* 1, pertence ao piso 0;
- *loop* 2, pertence ao piso 1;
- *loop* 3, pertence ao piso -1;
- *loop* 4, pertence sótão.

Os *loops* dos pisos, 0 e 1 foram divididos em quatro zonas diferentes. O corredor norte no piso 0 e no piso 1 é a zona 0.1 e zona 1.1, respetivamente. O corredor sul de ambos os pisos é a zona 0.2 e 1.2 (respetivamente no piso 0 e 1). A área central do piso 0 e do piso 1 são as zonas 0.3 e 1.3 respetivamente.

O total de dispositivos endereçáveis que foram instalados no edifício é de 235, porém, cada *loop* só tem capacidade para ter 128 dispositivos endereçados [53]. A configuração dos *loops*, é dividida em duas classes:



- Classe A, um *loop* que começa e termina no mesmo ponto, isto é, um *loop* fechado;
- Classe B, não se trata de um *loop* propriamente dito pois é aberto e termina no último endereço.

A derivação entre todos os módulos de cada piso é feita de forma continuada, pertencendo à classe A, sendo feita através de um cabo blindado do tipo JE-H (St) H E30 2x2x0,8 para não existir qualquer tipo de interferências Estes serão instalados em do caminhos de cabos pertencentes às correntes fracas.

#### 4.2.1 Central de Incêndio

A central de incêndio utilizada, é da marca *Aritech*, de modelo 2X-F2. Segundo os dados da central, fornecidos pelo fornecedor, esta central segue as Normas EN-54 pt2 e EN-54 pt4 [53].

A central principal, tem um tamanho superior quando comparado com as centrais repetidoras, sendo que tem 450 mm de comprimento, 173 mm de largura e 550 mm de altura. Tem um IP 30 e Figura 15 (lado esquerdo) mostra a sua imagem. As centrais repetidoras têm as mesmas características em relação ao IP sendo as dimensões do comprimento de 410 mm, largura de 162mm e altura de 298 mm [53]. A Figura 15 mostra a imagem dos dois tipos de centrais (principal do lado esquerdo; e repetidora do lado direito) permitindo assim, comparar as suas diferentes dimensões.



Figura 15 - Central Principal de Incêndio (Esquerda) e Central Repetidora de Incêndio (Direita) [53]

Estas centrais possuem no painel da frente, leds indicadores, um teclado de controlo e operação, um visor retro iluminado e um *Jog Dial*. Este botão de rotação e

escolha, tal como mostra a figura Figura 15, encontra-se no meio do painel, por cima das teclas, vermelhas, pretas e verdes [53].

As três centrais do edifício, são munidas de uma bateria selada do tipo seca, com uma autonomia mínima de 72 horas. Esta bateria é monitorizada pelas respetivas centrais para alertar de imediato se ocorrer qualquer problema com a mesma.

Como é a central principal que controla a generalidade das ações, esta será descrita com mais detalhe nos pontos seguintes.

Esta central, como já foi dito anteriormente, está ligada a todos os dispositivos necessários para atuar em caso de incêndio.

É desta central que, após uma sinalização de incêndio por parte de algum dispositivo, saem todas as decisões que deverão ser tomadas, pois é nesta central que se programa localmente, diretamente na central utilizando o *Jog Dial* e o visor. Em alternativa, pode ser usada um computador com o programa *PCC-2X*, que depois é exportado do computador para a central via USB ou TCP/IP. Todas as novas alterações na programação para garantir o melhor funcionamento da central podem ser efetuadas localmente. Estas alterações dever ter em conta que se trata de um meio de segurança cujo objetivo é salvar vidas. Se por alguma razão, falhar a alimentação da central e a bateria não funcionar corretamente, a central mantém sempre a configuração mais atual, uma vez que a central possui uma memória não volátil [53].

As centrais têm capacidade de informar quando detetam uma anomalia no sistema, nomeadamente se um detetor estiver mal encaixado (que faz com que o circuito do *loop* fique aberto), se ocorrer uma situação de um curto-circuito ou no caso de uma inibição de um *loop* feito na própria central para se realizar testes ou manutenções. A informação de um destes tipos de anomalia é feita ótica e acusticamente, sendo que, no visor da central aparece uma falha identificando a zona e o dispositivo e um sinal sonoro é emitido de forma intermitente.

Cada sinal ótico, pode representar uma situação diferente, segundo o documento relativo à memória descritiva das centrais [53]:

- **Sinal Verde:**
  - A central está com um bom funcionamento, quer ao nível da alimentação como do microprocessador.
- **Sinal Amarelo:**
  - Avisos de falhas;
  - Inibição de alguma condição ou *loop*;
  - Zonas em teste;
  - Sinal de falha num equipamento de transmissão.
- **Sinal Vermelho:**
  - Alarmes de fogo;
  - Sinal de alarme do equipamento de comunicação com os bombeiros;

- Sinais de controlo de equipamento automático de proteção de fogo.

Já o sinal acústico da central varia entre dois tipos:

- Sinal contínuo, estamos perante uma situação de incêndio;
- Sinal intermitente, estamos perante uma falha.

A central principal, após montagem e na primeira vez que é ligada, tem uma funcionalidade designada de “Auto Configurador”, que após ter sido ativada, a central (ainda com a memória limpa) percorre todos os dispositivos periféricos de todos os *loops* e tem capacidade de guardar informação sobre o tipo de dispositivos detetados bem como o número com que é endereçado o dispositivo aquando da sua montagem. Esta funcionalidade é uma importante ajuda na configuração da central, tanto quando feita diretamente ou via computador.

#### 4.2.2 Dispositivos endereçáveis utilizados

Antes de se focar os aspetos relacionados com a programação da central, assim como dos cenários programados para a sua atuação, apresenta-se uma descrição dos dispositivos utilizados e o seu modo de funcionamento.

- **Detetores óticos de fumo**

Este tipo de detetores, é assente numa base própria, que dá suporte a outros tipos de detetores do mesmo género. Esta base, tem o diâmetro do detetor de 100 mm e uma altura de apenas 9 mm, na Figura 16 é possível observar uma imagem deste tipo de base que tem 4 terminais disponíveis para se fazer a ligação do loop e do sinalizador [53].



*Figura 16 - Bases para detetores de fumo [53]*

O detetor (cuja imagem se mostra na Figura 17), trabalha a uma tensão de 24 V, embora tenham uma tolerância de funcionamento entre os 17 e os 28 V de tensão contínua. A alimentação dos sensores não é polarizada [53].



*Figura 17 - Detetor ótico de fumos [53]*

Estes sensores são próprios para detetarem fumos, provenientes de uma combustão lenta incluindo a combustão de PVC. São construídos, tal como a base, em plástico ABS auto-extinguível de cor branca mate. As entradas dos fumos no detetor, estão protegidas por uma rede anticorrosiva resistente que impede a entrada de poeiras e até mesmo de insetos [53].

Estes sensores têm um alcance de até 11 metros de altura e conseguem abranger uma área de até 100 m<sup>2</sup>. Trabalham numa janela de temperatura que vai desde os -10 °C até aos 60 °C e têm um IP 43 [53].

Os detetores são munidos de uma saída própria para a instalação de um sinalizador, no caso de ser necessário, quando por exemplo, o teto falso e o teto real tiverem uma distância tal que assim o exija.

Para o endereçamento dos detetores utilizam-se dois comutadores rotativos em que o primeiro vai desde 0 a 12 e o segundo de 0 a 9, pertencendo assim às dezenas e unidades respetivamente. Por exemplo, se se rodar o primeiro para o 10 e o segundo para o 7, o endereço do detetor vai ser lido pela central como 107. A central tem a capacidade de avisar em caso de endereços iguais e comunica essa situação como um erro.

Os detetores possuem ainda dois leds de cor vermelha, que ativam em situação de alarme pré-estabelecidos pela programação da central. É possível fazer um teste ativando e desativando os leds dos sensores através da central para facilitar a sua manutenção.

No caso do sensor, com o passar do tempo, começar a ganhar poeiras ou sujidades na cama fotoelétrica, pelo que a central tem a capacidade de verificar e pré-sinalizar o problema no seu visor, alertando para a necessidade de uma intervenção de manutenção.

- **Detetores de dupla tecnologia, óticos-térmicos**

Estes sensores são muito idênticos aos sensores referidos no ponto anterior. A base referida anteriormente, também serve de base para este tipo de sensores, ficando a sua junção como mostra a Figura 18.



*Figura 18 - Detetores óticos-térmicos de fumos [53]*

A tensão de trabalho, bem como a janela de tolerância é igual ao Detetores óticos de fumo já referidos: o material com que são construídos é o mesmo, contêm também saídas para os sinalizadores, o endereçamento é feito através de comutadores rotativos, e têm dois leds incorporados. O que diferencia é a diferença no valor do IP, no alcance e no modo de funcionamento. O seu IP é de 23, e têm uma altura de funcionamento de até 8 m, sendo o seu alcance também mais curto do que o do anterior, cobrindo apenas uma área de 50 m<sup>2</sup> [53].

Estes detetores na prática combinam um detetor ótico e um detetor térmico num mesmo dispositivo, sendo que o seu modo de funcionamento pode variar quatro formas distintas [53]:

- Como detetor ótico com balanceamento de um detetor térmico com dois níveis de sensibilidade;
- Como detetor ótico e térmico de forma independente, mas ao mesmo tempo;
- Como detetor ótico apenas;
- Como detetor térmico apenas.

Estas formas de deteção podem ser controladas de dois modos através da central: modo dia e o modo noite. Por exemplo, este tipo de detetores pode funcionar durante o dia apenas como detetor ótico e à noite com a dupla tecnologia. E dentro do grupo deste tipo de detetores, cada um pode ser controlado de forma independente. Por exemplo, numa sala com pouco uso, que englobe este tipo de detetor, este pode funcionar com as duas tecnologias, sendo que, ao mesmo tempo um outro detetor do mesmo *loop*, trabalhe apenas como detetor ótico ou térmico.

- **Sirenes endereçáveis interiores com *flash***

As sirenes endereçáveis interiores com *flash*, são produzidas com o mesmo material dos sensores e das bases, em plástico ABS, auto-extinguível de cor vermelha, têm um IP 21 e a janela de temperatura vai desde -10 °C até aos 55 °C. A alimentação da sirene é de 24 V dc sendo que tem uma tolerância de 17 a 32 V dc [53].

A sirene possui um mecanismo anti sabotagem e tem incorporado o sistema de *flash*, que em caso de ação da sirene, faz piscar o led. Este led projeta a luz de acordo com a sua posição de instalação, sendo que pode ser no teto ou na parede como é possível ver na Figura 19.



Figura 19 – Sirenes endereçáveis interiores com *flash* [53]

A sirene produz um som de elevada potência sonora, sendo que é possível ajustar o volume do mesmo e ainda tem a capacidade de produzir até 32 sons diferentes, que são selecionados previamente pelo utilizador.

O endereçamento das sirenes não é feito com o dos sensores, pois o endereçamento das sirenes é feito através de um *microswitch*, que endereça de forma binária [53].

- **Botoneiras de ação manual**

As botoneiras de ação manual são fabricadas por um plástico auto-extinguível, de cor vermelha de forma a ser resistente contra ações mecânicas, uma vez que em caso de situação de incêndio é atuada partindo o vidro e, portanto, não pode ser danificada interiormente. Esse vidro tem a característica de ser anti estilhaço. Para efeitos de teste esta botoneira vem com uma chave própria para não se quebrar o vidro cada vez que se quer fazer um ensaio.

A botoneira tem o aspeto apresentado na Figura 20, sendo que pode ser de montagem encastrada ou de montagem saliente. O endereçamento da mesma é feita através de *microswitch* ou de comutadores rotativos, dependendo da botoneira escolhida [53].



Figura 20 - Botoneiras de ação manual [53]

- **Módulos de entrada e saída (I/O)**

Os módulos de entrada e saída (*Input/Output*) são módulos que são interligados e alimentados através do *loop*. Estes módulos permitem a ligação através de contactos NF (normalmente fechados) e NA (normalmente abertos). São munidos de um led amarelo, que permite a verificação de uma falha em qualquer entrada [53].

Cada módulo possui 4 entradas e 4 saídas, onde, cada saída é feita por um relé biestável. O endereçamento deste módulo é feito através de comutadores rotativos iguais aos dos sensores. Apesar das diversas entradas e saídas, no *loop* só é possível um endereçamento de cada módulo, mas cada uma das entradas e saídas é reconhecida pela central de forma individual assim como a sua operação também é feita de forma individual. O módulo possui um IP40 e uma janela de temperatura que varia desde -5 °C até aos 40 °C [53]. Uma imagem deste módulo apresentada na Figura 21.



Figura 21 - Módulos IO (Entrada/Saída) [53]

### 4.2.3 Programação da central

Como já foi referido anteriormente, a central principal pode ser programada de duas maneiras distintas: localmente através da interface da central; ou a partir do programa *PCC-2X*. O programa, apesar de implicar executar vários passos para a programação da central, é bastante intuitivo.

No início do programa aparece uma imagem com o nome da empresa que o desenvolveu como mostra a Figura 22.

Projecto Comunicação Relat. Idioma Opções Ajuda



Figura 22 - Página Inicial do Programa PCC-2X

De seguida, seleciona-se a opção “projeto” (canto superior esquerdo) e em “abrir projeto” para começarmos o processo de programação. Surge então uma caixa de texto para se colocar o nome que queremos atribuir ao projeto, como tal mostra a Figura 23, e depois selecionamos em “abrir projeto”.



## Orçamentação e análise de projeto de um centro hospitalar de medicina de reabilitação

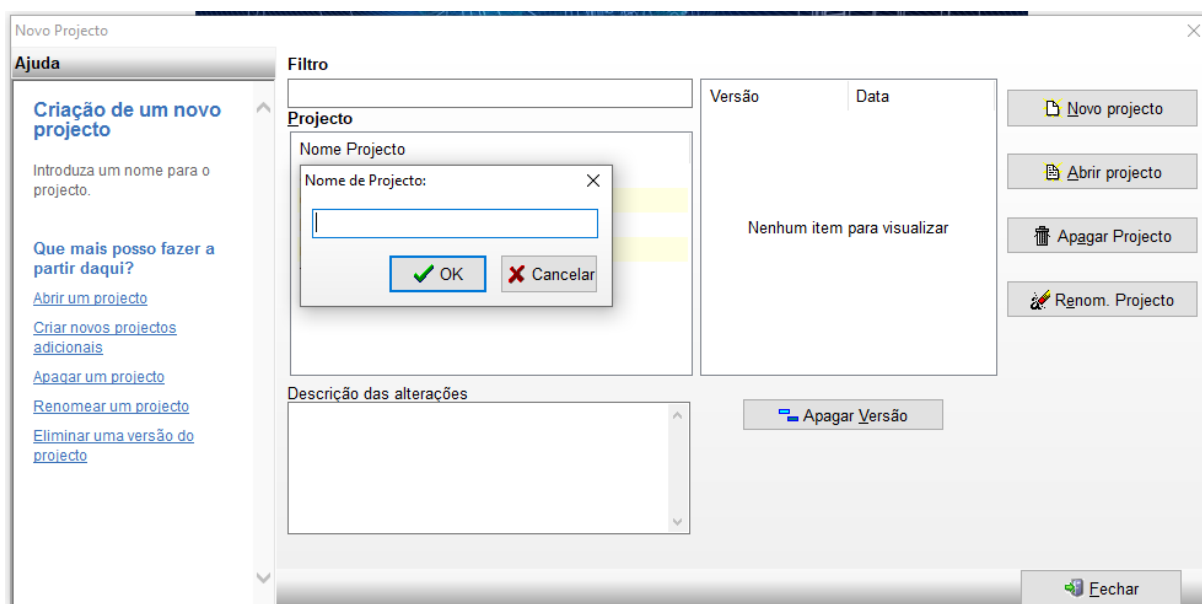


Figura 23 - Escolha de nome para o projeto

Na opção “Configurar”, escolhemos o tipo da central que foi montada no edifício, neste caso escolhe-se a opção “2X-FX” e de seguida “2X-FX1”, tal como mostra a Figura 24.

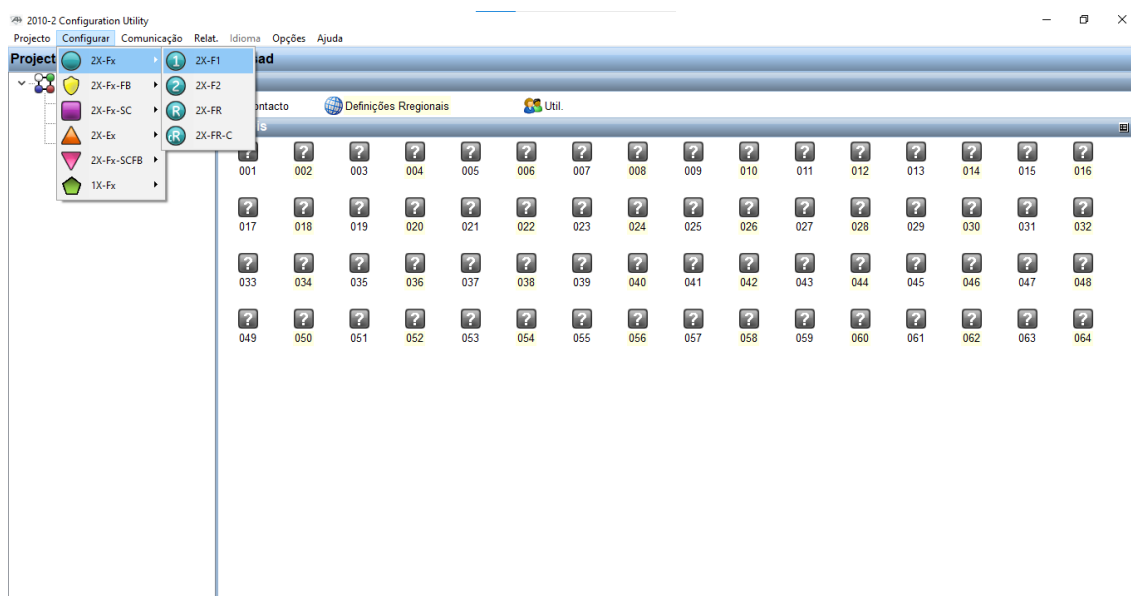


Figura 24 - Escolha da central que estamos a programar

Após esta etapa, passamos a ter a central que de facto foi instalada no edifício definida no programa para procedermos à sua programação (Figura 25).

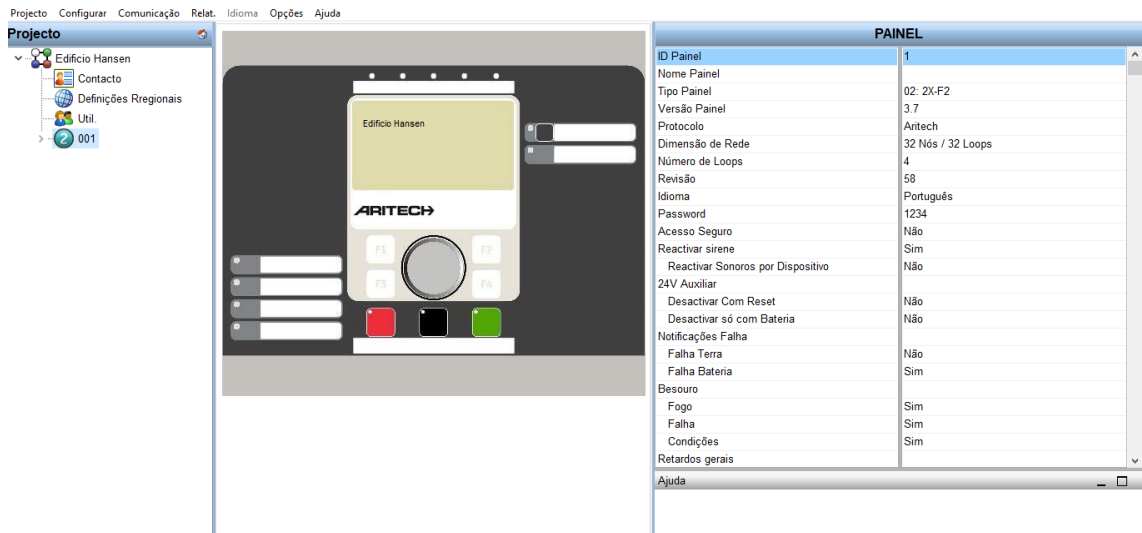


Figura 25 - Central Seleccionada 2X-FX1

Neste ponto já é possível atribuir o nome que queremos que apareça no visor da central, quando esta está ligada.

Para o próximo passo necessitamos do número e do endereço dos dispositivos associados que estão guardados na memória da central. Assim sendo, usamos a função “Auto Configurador” para ler os dados dos dispositivos da memória da Central diretamente para o programa, passando de 1 *loop* vazio (Figura 26), para o número total existente, que neste caso são 4 já preenchidos (Figura 27).

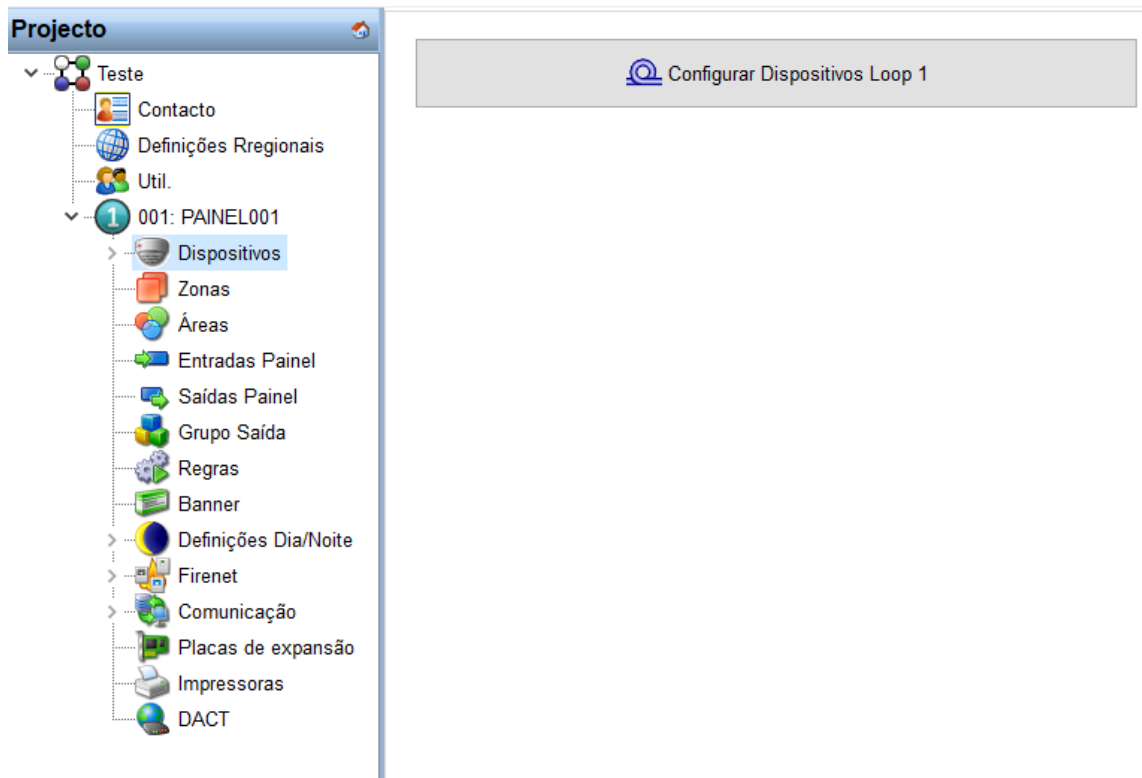


Figura 26 - Número de loops que aparecem antes do uso da função "Auto Configurador"

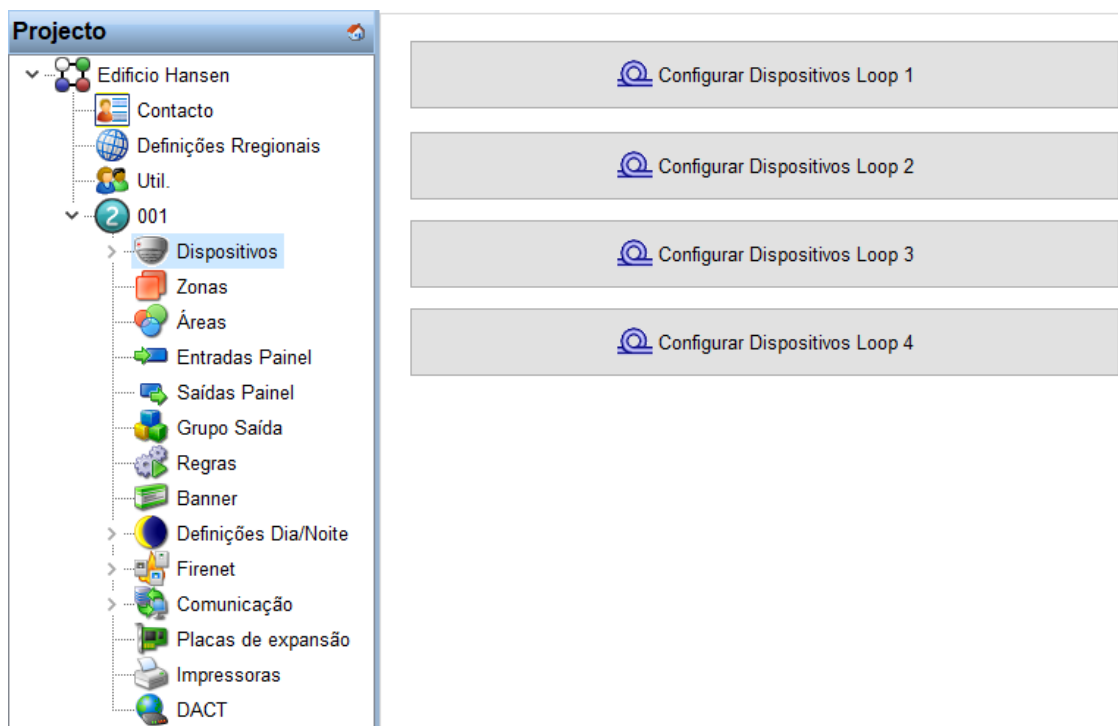


Figura 27 - Número de loops que aparecem depois do "Auto Configurador"

Por defeito, a função do "Auto Configurador" considera que os *loops* são de classe A.

Depois de termos os *loops* prontos, podemos começar a dar os nomes aos dispositivos para facilitar aquando da ocorrência de um alarme de incêndio. No caso da obra em estudo, o nome foi dado de acordo com a divisão onde se encontram como podemos ver na Figura 28.

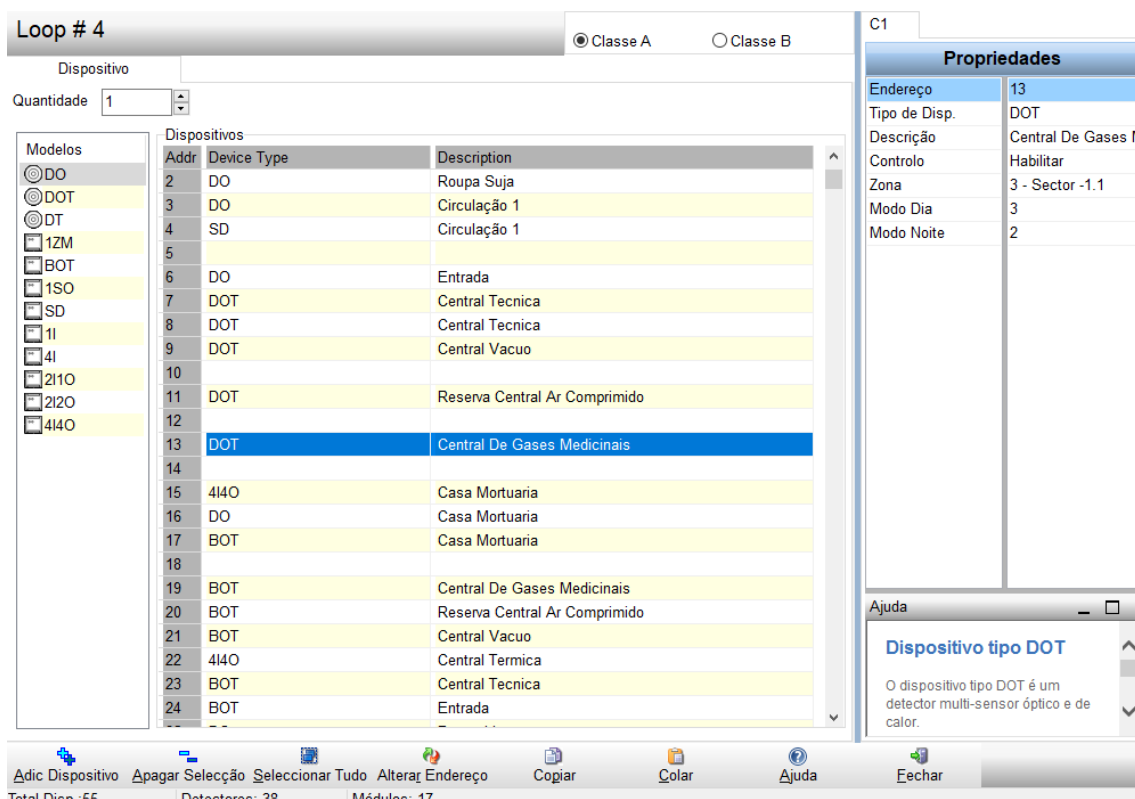


Figura 28 - Dispositivos que englobam o loop

Na Figura 28 podem-se ver os nomes dos dispositivos, associados ao seu endereço e ao tipo de dispositivo, (DO – Detetor Ótico; DOT – Detetor Ótico-Térmico; 4140 – Módulo Entrada e Saída; BOT – Botoneira manual; SD – Sirene).

Os últimos dois passos são para finalizar a programação da central são:

- delinear as zonas existentes
- e no fim passar para as respetivas zonas e com auxílio da MAP (Medidas de Autoproteção), ver anexo A, fornecida pela fiscalização os respetivos dispositivos e os tempos de atuação.

Para delinear as zonas, escolhe-se a opção “zonas” que permite ter até 512 zonas. Na obra em análise foram precisas apenas 10 zonas, dando o mesmo nome utilizado na MAP a cada uma. É possível ver na Figura 29, o número de dispositivos que atuam por zonas.

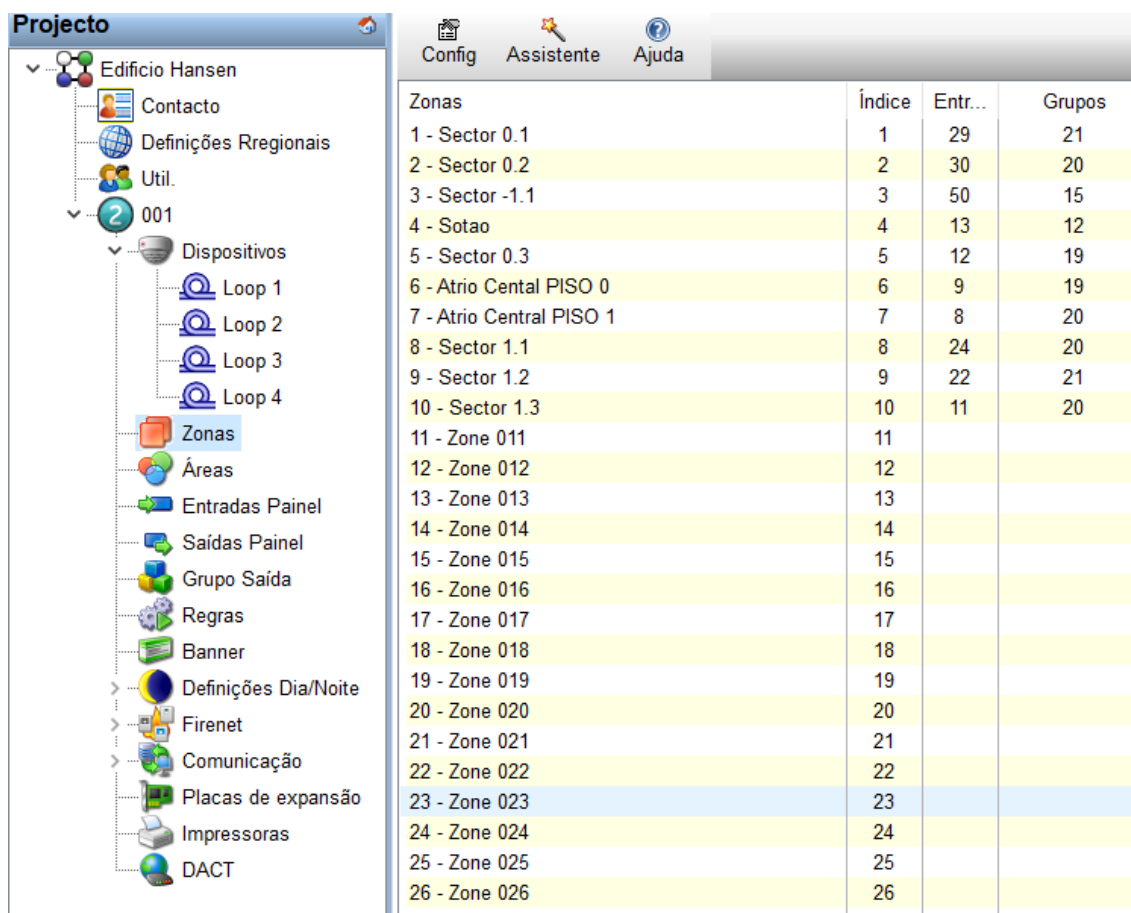


Figura 29 - Criação e seleção de zonas do edificio

Na Figura 30, apresenta-se o “layout” de programação das zonas. É possível escolher (em cima, à direita) a zona que queremos programar. A Figura 30 mostra que o ecrã está dividido em duas partes: a da esquerda na parte de cima, que corresponde a todos os dispositivos que existem no edifício; e na parte de baixo estão os grupos de saída, que correspondem aos módulos de entrada e saída e às sirenes.

Para se escolher os dispositivos, basta seleccionar e carregar na seta que aponta para a direita. Só se pode seleccionar cada dispositivo individualmente. Quando se escolhe cada dispositivo, para se indicar o respetivo tempo de atuação, basta carregar-se duas vezes e abre o painel de formatação onde se insere o tempo de retardo que se quer colocar em segundos. Na obra em análise, colocaram-se os valores de tempo que a fiscalização pediu.

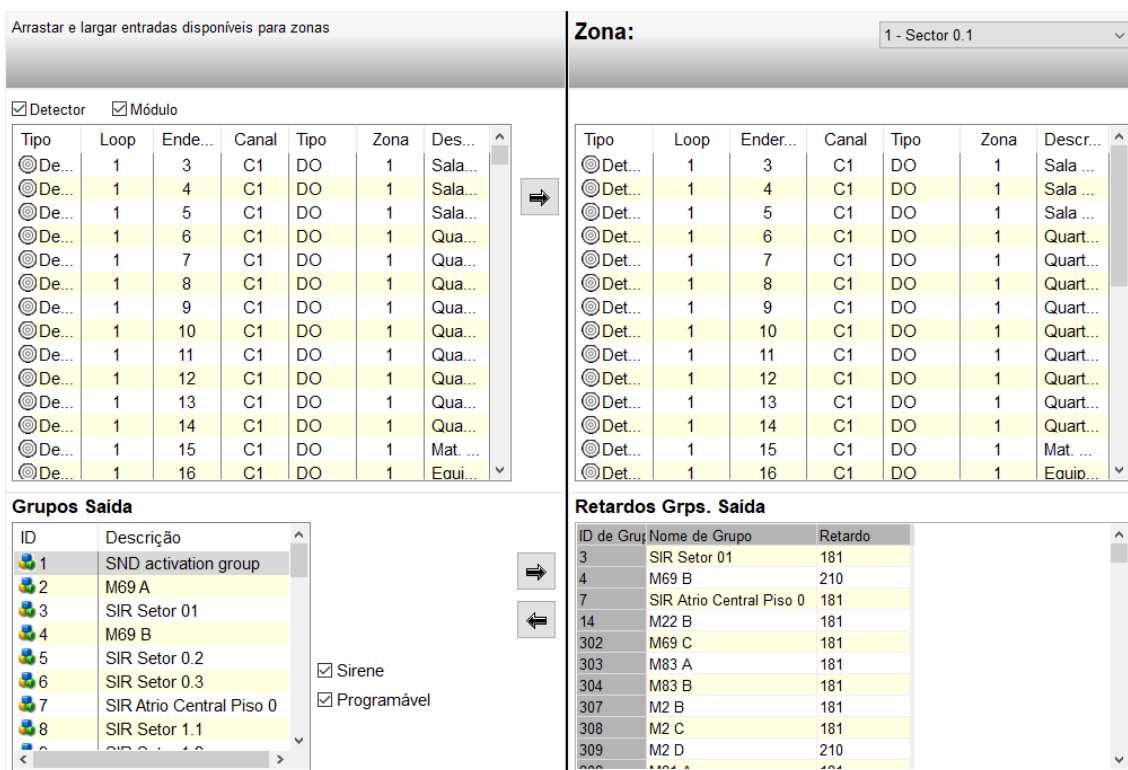


Figura 30 - Programação das zonas, com os dispositivos ativos do lado direito; e do lado esquerdo com todos os dispositivos do grupo

#### 4.2.4 Situações de alarme

As situações de alarme foram definidas, pela fiscalização, estando apresentadas num MAP, que se apresenta em anexo A. Nesta MAP estão representadas todas as zonas do edifício e assinalados as respetivas medidas de atuação.

Para melhor explicitar este ponto, irá ser descrito um conjunto de situações que correspondem a situações no modo dia, em que o edifício está ocupado e as medidas atuam sobre um tempo programado.

Para todas as zonas podem ocorrer situações em comum, como por exemplo, o corte de alimentação da electroválvula de gás, os cortes de energia dos quadros da parte mecânica e os ascensores são enviados diretamente para o piso de referência, que neste caso é o piso 0. Depois, consoante as zonas, atuam os retentores das portas (deixando de ser alimentados) e fechando as portas corta-fogo. As sirenes das zonas correspondentes tocam e os sistemas de desenfumagem começam a atuar, abrindo as portas de desenfumagem e ativando o ventilar com um retardo das portas de 30 segundos. Por fim os registos corta-fogo atuam com um retardo de 180 segundos, cortando também os correspondentes de cada setor, de acordo com a matriz.

Em caso de incêndio durante a noite, o edifício encontra-se mais desocupado, as temporizações desaparecem e passam a atuar de imediato, de acordo com a zona em que o sinal foi dado. A própria central faz diferenciação consoante as horas.

Também desaparecem as temporizações em caso de atuação na botoneira manual. Sendo ativada, significa que houve alguém que viu um incêndio e atuou a botoneira. Neste caso, a central atua considerando o edifício como um só e exclui qualquer tipo de divisão em zonas. Isto deve-se ao facto de que a pessoa que identificou o incêndio pode não ter atuado na botoneira correspondente à zona em que o incêndio se encontra e ter atuado noutra zona. Assim, aquando de uma atuação manual o sistema poderia atuar numa zona diferente à do incêndio se não houvesse a mudança para uma atuação em todo o edifício.

### **4.3 Deteção e alarme de gás**

Foi também implementada uma central de deteção e alarme de gás. Esta central foi colocada na casa das máquinas onde se encontra a electroválvula e os equipamentos que necessitam de gás.

A central utilizada é uma PL4+, igual à mostrada na Figura 31. De acordo com o manual da central, esta, consegue fazer a leitura de gases inflamáveis, gases tóxicos, gases refrigerantes e de oxigênio em tempo real, com três níveis de deteção distintos e programáveis. É munida de 4 entradas analógicas expansíveis e de 5 relés de saída expansíveis também [54].



*Figura 31 - Central de Gás PL4+ [54]*

A central possui ainda leds para os alarmes de gás ou de falhas de energia ou de bateria, tem um visor retro iluminado, onde é possível ver a percentagem de gás detetada pelos detetores em tempo real e ainda um sinal sonoro interno. Esta central é fabricada em plástico ABS e tem um IP 65 [54].

A central foi programada nos 3 níveis da seguinte forma:

- 1º nível – Detecção de 10 % de gás na divisão;
- 2º nível – Detecção de 15 % de gás na divisão;
- 3º nível – Detecção de 20 % de gás na divisão.

Os gases são detetados por 3 sensores espalhados na divisão da casa das máquinas.

Quando a percentagem de gás atinge o primeiro nível, a central atua, cortando a alimentação à electroválvula, ativando o sinal ótico e acústico que se encontra por cima da porta da casa das máquinas, quer no lado interno, quer no externo. Este sinal tem escrita a mensagem “Atmosfera Perigosa” e um sinal sonoro forte. Também entram em funcionamento, a uma velocidade baixa os ventiladores de extração.

No segundo nível de alarme, mantêm-se todos os sinais atrás descritos, apenas aumentando a velocidade da extração. No último nível os ventiladores trabalham à máxima velocidade.

A central possui um corte manual com auxílio a uma chave, e faz-se através de duas botoneiras que se encontram ligadas em paralelo. Quando uma das botoneiras é ativada, a central passa para o nível 3 de funcionamento.

#### 4.4 ITED

Segundo o Manual de ITUR 2ª Edição o conceito MICE, é um processo que descreve as condições ambientais, com base em três distintos níveis [55]:

- Nível 1, classificado como baixo nível de exigência;
- Nível 2, classificado como médio nível de exigência;
- Nível 3, classificado como alto nível de exigência.

Este conceito, facilita aos projetistas e mesmo aos instaladores, a seleção dos materiais a serem utilizados na obra, de acordo com os diferentes níveis de exigência ambiental e de acordo com o tipo de utilização do edifício em causa [55]. Os projetistas têm de ter em conta os custos dos materiais para a execução da obra, as diferentes condições ambientais e climáticas e a viabilidade técnica da execução do projeto [55].



O conceito MICE, é caracterizado, segundo a norma EN 50173-1, encontra-se definido no manual de ITUR, como incorporado [55]:

***M** – Propriedades **Mecânicas**.*

***I** – Propriedades relativas ao **Ingresso ou penetração de corpos sólidos ou de líquidos**.*

***C** – Propriedades **Climáticas e comportamento perante agentes químicos**.*

***E** – Propriedades **Eletromagnéticas**.* “

A classificação do edifício em estudo, foi feita pelo projetista como sendo:

- M<sub>1</sub>I<sub>1</sub>C<sub>1</sub>E<sub>1</sub>

Tal classificação indica que: quanto às propriedades mecânicas aguenta um impacto de 40 ms<sup>-2</sup>, suporta uma vibração de amplitude 2 a 9 Hz de 1,5 mm e de 9 a 500 Hz de 5 ms<sup>-2</sup>, tem uma capacidade de resistência ao choque de 1 Joule e a resistência à tração entre a ficha e o cabo de 25 N [55]. Quanto ao ingresso e penetração de corpos sólidos e líquidos representa um mínimo de IP2X e IPX0, respetivamente.

O grau de exigência climática C<sub>1</sub>, é apresentado na Tabela 3, tal como está definido no Manual de ITUR [55].

Tabela 3 – Graus de exigência climática [55]

NÍVEL DE EXIGÊNCIA	BAIXO
<b>Propriedades climáticas</b>	<b>C1</b>
Temperatura ambiente [°C]	-10 a +60
Taxa de mudança de temperatura [°C min-1]	0,1
Humidade relativa [%]	5 a 85 (sem condensação)
Irradiação solar [Wm-2]	700
Contaminação por substâncias líquidas estranhas (poluição líquida) [ppm]	
Cloreto de sódio (sal marinho)	0
Óleos (concentração em ambiente seco)	0
Estearato de sódio (sabão)	não
Detergentes	0
Soluções de material condutor	não
Contaminação por substâncias gasosas estranhas (poluição gasosa) [ppm]	média/pico
Sulfureto de hidrogénio	<0,003/<0,01
Dióxido de enxofre	<0,01/<0,03
Trióxido de enxofre (pep)	<0,01/<0,03
Cloro seco (<50% humidade)	<0,002/<0,01
Cloro húmido (>50% de humidade)	<0,0005/<0,001
Cloreto de hidrogéneo	-/<0,06
Fluoreto de hidrogéneo	<0,001/<0,005
Amónia	<1/<5
Óxidos de azoto	<0,05/<0,1
Ozono	<0,002/<0,005

A Tabela 4 apresenta as características quanto às propriedades Eletromagnéticas classificadas como E<sub>1</sub>, descrevendo as propriedades quando aos níveis de exigência ambiental nos sistemas de cablagem (tal como descrito na Diretiva 2004/108/CE que foi aprovada no Parlamento Europeu na data de 15 de dezembro de 2004) [55].

Tabela 4 - Propriedades eletromagnéticas [55]

NÍVEL DE EXIGÊNCIA	BAIXO
<b>Propriedades electromagnéticas</b>	<b>E1</b>
Descarga electromagnética por contacto (0,667 $\mu\text{C}$ ) [kV]	4
Descarga electrostática no ar (0,132 $\mu\text{C}$ ) [kV]	8
Radiação RF (modulação de amplitude) [ $\text{Vm}^{-1}$ (intervalo [Mz])]	3 (80 a 1000) 3 (1400 a 2000) 1 (2000 a 2700)
Condução RF [V]	3 (150kHz a 80MHz)
Diferença de potencial de transição CA (corrente alterna) [V]	500
Diferença de potencial de transição à terra [V]	500
Campo magnético (50Hz) [ $\text{Am}^{-1}$ ]	1
Campo magnético (60 a 20000Hz) [ $\text{Am}^{-1}$ ]	pep

#### 4.4.1 Caracterização e cálculo das redes de tubagem

Os cabos das ITED são tipicamente alojados em tubagens que permitem a sua proteção. Estas tubagens são diferenciadas em condutas, caminhos de cabos, caixas e armários. Estes quatro grupos subdividem-se entre tubos, calhas, esteiras, entre outros como é possível ver no fluxograma da Figura 32, retirada do manual de ITED [56].

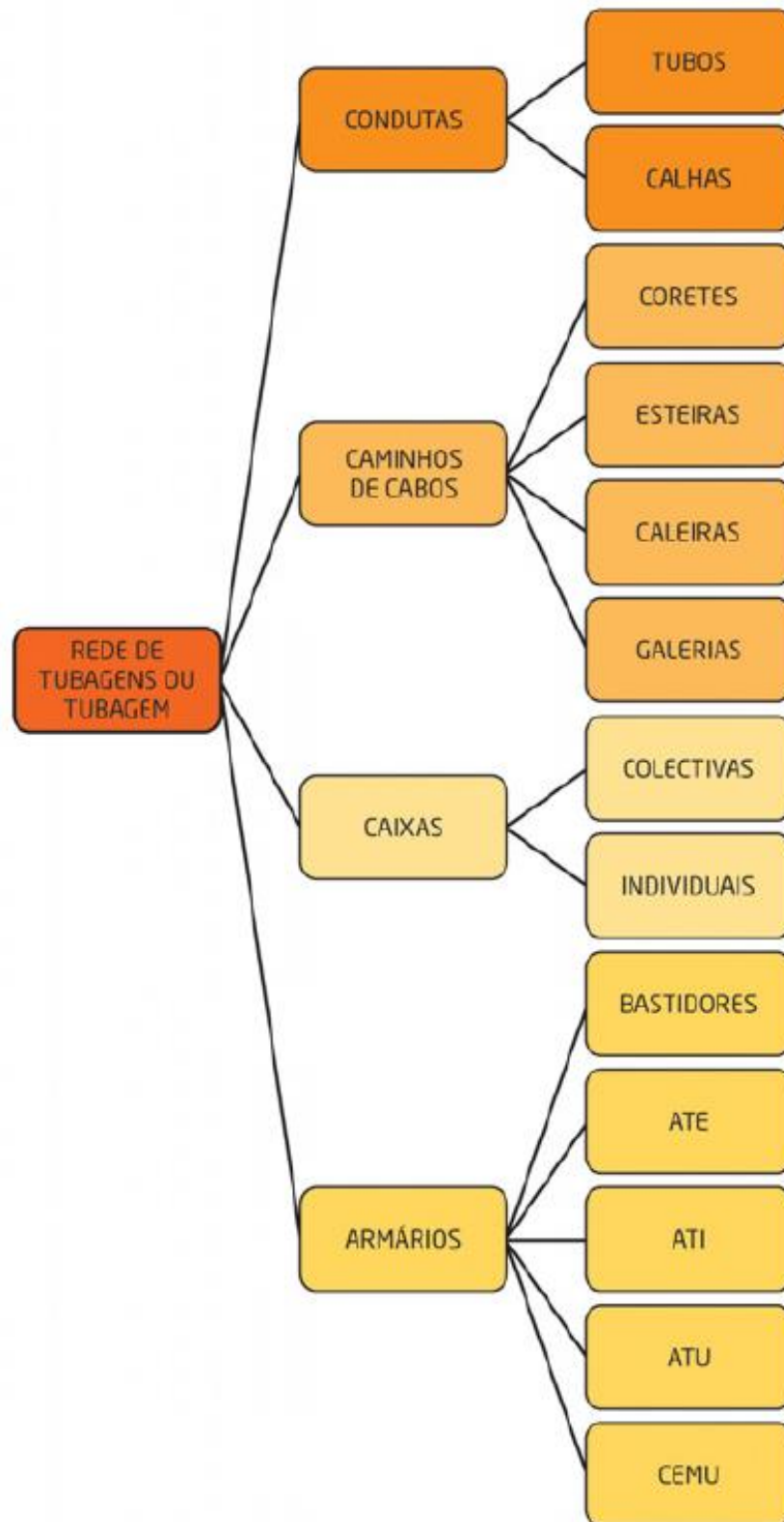


Figura 32 - Fluxograma da rede de tubagens ou tubagem no ITED [56]

Para a instalação da rede de tubagens das ITED, é recomendada a utilização de materiais plásticos, se estes forem livres de halogéneos, que retardem a chama e com reduzida opacidade de fumos, tendo como exceção os tubos que são embebidos, que podem ser utilizados em PVC [56].

Esta rede de tubagem do edifício em estudo, como já foi dito, é constituído maioritariamente por tubos, calhas, esteiras metálicas e caixas interligadas entre si, destinadas a assegurar [56]:

- Passagem de cabos;
- Alojamentos de dispositivos de ligação;
- Proteção física da rede de cabos;
- Permitir a futura ampliação da rede com facilidade.

As caixas utilizadas na instalação em análise, tanto de aparelhagem como de passagem apresentam as dimensões mínimas apresentadas no manual ITED 2ªed, como mostra a Tabela 5 apresentada a abaixo [56].

*Tabela 5 - Características (Largura, Altura e Profundidade) das caixas de aparelhagem e passagem utilizadas [56]*

TIPO	LARGURA [mm]	ALTURA [mm]	PROFUNDIDADE [mm]
Aparelhagem	53	53	55
Passagem	160	80	

Quer para os tubos, quer para as calhas, calculou-se o diâmetro mínimo de cada um dos tipos de tubagem através das expressões (9) e (10) de acordo com o manual de ITED 2ªed [56].

Para o diâmetro interno dos tubos calculou-se [56]:

$$D_i \geq 1,8 \sqrt{d_1^2 + d_2^2 + \dots + d_n^2} \quad (9)$$

Onde:

$D_i$  – Diâmetro mínimo interno do tubo a ser utilizado;

$d_1, d_2, d_n$  – Diâmetro externo dos cabos a serem utilizados, em mm;

$n$  – Número total de cabos;

De ressaltar que, o fator 1,8 vai assegurar uma folga para garantir a capacidade de enfiar a totalidade dos cabos nos tubos. Nas ITED não são permitidos utilizar tubos de diâmetro interior de 20 mm ou inferior [56].

Para o cálculo das calhas fez-se [56]:

$$S_u \geq 2 \sqrt{s_1^2 + s_2^2 + \dots + s_n^2} \quad (10)$$

Onde,

$S_u$  – Secção da calha, em  $\text{mm}^2$ , a ser utilizada;

$s_1, s_2, s_n$  – Secção dos cabos a serem utilizados, em  $\text{mm}^2$ ;

$n$  – Número total de cabos;

As características dos diferentes tubos das calhas e das esteiras metálicas, são idênticas ao que está descrito no ponto 3.6, do presente capítulo.

#### 4.4.2 Caracterização dos sistemas de cabos

A rede de cabos do edifício em estudo é constituída pelo conjunto de cabos correspondentes às instalações das ITED, sendo eles os cabos de pares de cobre, cabos coaxiais e cabos de fibra ótica.

Sendo um edifício do tipo hospitalar, segue prescrições mínimas para a utilização destes cabos, tal como se apresenta na Tabela 6, que foi retirada do manual do ITED [56].

Tabela 6 - Prescrições mínimas para os cabos utilizados em edifícios do tipo hospitalar [56]

	Pares de Cobre	Cabos Coaxiais CATV	Fibra Ótica
Ligações entre PD	Categoria 6 UTP 4 Pares - 1 cabo por PD Garantia da Classe E	TCD-C-H CATV - 1 cabo por PD	OS1 1 cabo de 4 fibras por PD OF-300
Ligações a partir dos PD	Categoria 6 UTP 4 Pares - 1 cabo por TT Garantia da Classe E	TCD-C-H CATV - 1 cabo por TT	A definir pelo projectista

##### 4.4.2.1 Cabos de par de cobre

A utilização de cabos de par de cobre, é limitada pelos dispositivos de derivação a montante e a acabam nas tomadas do tipo RJ-45 a jusante.

Dentro do ponto de distribuição principal, no bastidor do piso 0, está localizado o repartidor do cliente de pares de cobre (RC-PC) e é constituído por dois painéis que determinam o término da rede de pares de cobre proveniente do operador e dá início à rede individual de pares de cobre do edifício. Esses painéis são constituídos por

tomadas do tipo RJ-45 e a interligação desses painéis é feita através de “*patch cords*”.

Segundo o manual de ITED 2ª ed.; a rede individual de cabos de pares de cobre deve sempre ser executada com cabos e componentes adaptados à categoria 6, por forma a ser garantida a classe E de ligação [56].

A distribuição da rede a partir do RC-PC é feita em estrela, saindo sempre do mesmo ponto para o local de cada tomada.

O cabo de pares de cobre utilizado é um cabo UTP de categoria 6 em cobre sólido, com um isolamento HD-PE, que contém um fio para rasgar o isolamento, tem uma guia cruzada no interior e o revestimento é em PVC, e apresenta um diâmetro exterior de até 6 mm [56].

#### 4.4.2.2 Cabos coaxiais

Por forma a executar a rede de cabos coaxiais, utilizou-se cabos de classe TCD-GH, como o preconizado no manual de ITED 2ª ed., tal como indicado na Tabela 7 [56].

*Tabela 7 - Classe dos cabos coaxiais [56]*

CABO COAXIAL		PERDAS DE INSERÇÃO MÁXIMA 1GHz	DISTÂNCIA MÁXIMA DO CANAL
Classe de Ligação TCD-C	TCD-C-L	8,6 dB	32 m
	TCD-C-M	17,1 dB	76 m
	TCD-C-H	21,7 dB	100 m

De ressaltar que, nem todos os cabos podem ser utilizados pois de acordo com o manual de ITED 2ª ed., as duas primeiras classes (TDC-C-L e TDC-C-M) já não são permitidas [56].

De modo semelhante à rede de cabos de pares de cobre, o repartidor de cliente de cabos coaxiais (RC-CC) está localizado no ponto de distribuição principal, o bastidor do piso 0. A transição entre a rede do operador para a rede individual, é feita através de uma ficha que providencia uma ligação entre o cabo do operador e o que vai ligar ao dispositivo de derivação do cliente. A partir do repartidor é feita a distribuição do sinal de radiodifusão sonora e televisiva dos sistemas do tipo CATV e MATV [56].

A rede individual de cabos coaxiais, também é feita seguindo uma distribuição em estrela.

#### 4.4.2.3 Cabos de fibra ótica

O projeto de cabos de fibra ótica, é idêntico aos anteriores uma vez que segue a mesma tipologia na distribuição das fibras, com uma tipologia em estrela, e onde a sua distribuição é feita através do ponto de distribuição principal.

Os cabos de fibra ótica utilizados, foram cabos de fibra monomodo da categoria OS2, com um revestimento exterior de 3 mm LSZH, livre de halogéneos e com propriedades retardantes de chamas [57]. Segundo a Tabela 8 (retirada do manual de ITED da 2ª ed. [56]), há várias classes que já são obsoletas.

Tabela 8 - Cabos Fibra Ótica, classe de ligação e categoria [56]

FIBRA ÓPTICA	
Classe de Ligação	Categoria
OF-25	OP1, OP2
OF-50	OP1, OP2
OF-100	OP1, OP2, OH1
OF-200	OP2, OH1
OF-300	OM1, OM2, OM3, OS1, OS2
OF-500	OM1, OM2, OM3, OS1, OS2
OF-2000	OM1, OM2, OM3, OS1, OS2
OF-5000	OS1, OS2
OF-10000	OS1, OS2

As classes de ligação do tipo OF-25, OF-50, OF-100 e OF-200, já não são permitidas na execução de obras, assim como as categorias multimodo, ou seja, as categorias OM1, OM2 e OM3.

#### 4.4.3 Pontos de Distribuição.

Os pontos de distribuição, são os responsáveis por fazer a interligação entre todos os cabos procedentes do Armário de Telecomunicações do Edifício (ATE) com a restante rede do edifício.

Estes pontos de distribuição, estão em cada piso do edifício, onde, cada um desses pontos de distribuição aloja os repartidores de cada tipo de cabos. Os pontos de distribuição ou bastidores são categorizados como:

- PD1 – Bastidor 01, localizado no piso 0 e é o bastidor principal;
- PD2 – Bastidor 02, localizado no piso 1;
- PD3 – Bastidor 03, localizado no piso -1.

Os três bastidores, estão localizados em salas próprias, fechadas e sem acesso ao público. A construção destes bastidores foi feita no local da obra e os bastidores são constituídos por diversos equipamentos.



O bastidor 01, tem as dimensões 600X1000X2055 mm, de largura, de profundidade e de altura, respetivamente. É um bastidor de 42 unidades, que contém o RC-FO (repartidor de cliente de fibra ótica) em que o primário é constituído por 1 painel de distribuição de 12 portas e o secundário por 2 painéis de distribuição de 12 portas cada. Alberga o RC-PC, em que o primário é constituído por 1 painel de 24 portas e o secundário por 8 painéis de 24 portas cada. Tem também o RC-CC que é constituído por dois painéis de distribuição do cabo coaxial de 1 porta de conectores tipo F, 2 derivadores e 4 repetidores de 8 saídas. Tem 3 prateleiras, 6 painéis organizadores de cabos para as derivações, um barramento de terras com capacidade de 5 entradas, 4 tomadas de energia e um kit de ventilação.

O bastidor 02 é de dimensões idênticas e para as mesmas 42 unidades. Tem 1 painel de distribuição de fibra ótica de 24 portas, 1 painel de distribuição de 12 portas RJ-45 e 6 de 24 portas RJ-45. Para o coaxial tem 1 painel de distribuição com 1 conetor F, 2 derivadores e 3 repetidores de 8 saídas. Tem 3 prateleiras e 5 organizadores de cabos para as derivações, um barramento de terras com capacidade de 5 entradas, 4 tomadas de energia e um kit de ventilação.

O bastidor 3 é exatamente igual ao bastidor anterior.

Todos os bastidores têm entradas de cabos pela parte de cima e pela parte de baixo e têm um acesso fácil, sendo que são contruídos com uma porta que é protegida por chave.

As tomadas de energia do painel, são do tipo *Shucko*, com tensão de 230 V ac de corrente nominal de 16 A e têm terminal terra. O mesmo painel engloba o dispositivo de comando "ON-OFF" e o circuito de alimentação destas tomadas é proveniente do quadro de emergência do respetivo piso em que se encontram os bastidores, devidamente protegido por disjuntor diferencial.

#### **4.4.4 Terras de proteção**

A terra de proteção das ITED destina-se a evitar potenciais perigosos, "escoando" as correntes perigosas. O aparelho de proteção de corte automático dos circuitos de alimentação, um disjuntor diferencial, é sensível a correntes diferenciais residuais, e está adaptado ao valor da resistência da terra de proteção existente, de modo que nas partes metálicas da estrutura do bastidor e nos equipamentos e materiais não surja nenhuma tensão de contacto superior ao máximo admissível (tal como referido no ponto 3.4.3 do presente capítulo).

O barramento geral de terras das ITED, está localizado nos próprios bastidores e recebe todos os circuitos de terras da infraestrutura do bastidor. Este barramento geral de terras do bastidor está ligado diretamente ou barramento geral de terras do edifício A secção condutor de terra (PE) entre o bastidor e o barramento tem uma secção mínima de 2,5 mm<sup>2</sup> e é instalado em caminhos de tubo VD ou Isogris.

## 5 CONCLUSÃO

Este relatório é o resultado da maior parte do trabalho desenvolvido no decorrer do estágio curricular. Durante os 9 meses de estágio, foi possível colocar em prática conhecimentos e conceitos adquiridos nos anos de estudo académico, e foi possível também adquirir novos conhecimentos e valências.

Relativamente aos trabalhos e tarefas que me foram sendo propostos, as tarefas de orçamentação foram as mais complicadas, uma vez que não tinha preparação nenhuma e por isso teve de ter um cuidado e empenho especial, com o facto de ter de ganhar conhecimentos para executar orçamentos corretamente.

Já as tarefas com menor dificuldade que fui encontrando ao longo do estágio foram o desenvolvimento e desenho de peças desenhadas, telas finais e alguns acabamentos ou alterações de projetos no *software* Autocad.

Em relação ao projeto apresentado detalhadamente neste relatório (remodelação/reabilitação de um edifício de reabilitação hospitalar), mostrou ser uma tarefa relativamente complicada, pois apesar de possuir conhecimentos na área, os mesmos não se focavam na especialidade dos edifícios hospitalares. Neste contexto, uma importante aprendizagem é que resolver problemas em obras de construção ou reconstrução civis requer o conhecimento muito aprofundado relativamente às legislações em vigor e também um conhecimento das vastas soluções disponíveis nos mercados. Isto é, requer experiência. O estágio permitiu ter uma enriquecedora experiência na área das instalações elétricas e telecomunicações da qual destaco alguns pontos:

- Uma das soluções encontradas para a redução da utilização de energia nos edifícios foi implementar iluminação do tipo led, comandada localmente nas zonas de reabilitação dos pacientes, quartos, escritórios e zonas de tratamento; e nos corredores e zonas de circulação escolheu-se ser comandada através de um comando situado na divisão do secretariado, por piso. Nas zonas de acesso rápido a iluminação conta com o auxílio de sensores de presença e movimento.
- A proteção contra contactos indiretos tem como finalidade evitar que algum utilizador do edifício acidentalmente possa tocar numa parte ou equipamento que está acidentalmente sob tensão. Esta proteção, fica garantida com a utilização de medidas de segurança passivas e ativas, nomeadamente através da ligação das massas com a terra de proteção do próprio edifício, e uso de dispositivos de corte automático do tipo diferencial (esquema de ligação à terra TT).
- O sistema de proteção contra descargas atmosféricas foi alterado na totalidade uma vez que as hastes se encontravam com um elevado estado de degradação e ainda foram adicionados aos quadros elétricos descarregadores de sobretensão.

- Tratando-se de um edifício do meio hospitalar, este ficou munido de um sistema de chamadas de enfermeiro/a que é um excelente auxílio para os doentes bem como uma ajuda os profissionais de enfermagem ou pessoal qualificado, que se encontrem a trabalhar, uma vez que inclui microfone e as chamadas são instantâneas e diretas. Também contabiliza o número de pedidos de auxílio e faz correspondência com uma tabela de urgência de pedidos de auxílio.
- Já o sistema automático de deteção de incêndios que foi instalado, garante a proteção em todos os cenários prováveis de caso de incêndio, com ação por zonas, por período diário ou por ação manual na botoneira.

Este relatório, reflete uma vez mais, o trabalho realizado na empresa EFC&F, Lda. Uma vez que o tema principal fala de um edifício hospitalar de uma unidade de reabilitação hospitalar, algumas partes como peças desenhadas e outros documentos foram considerados confidenciais e ocultos deste relatório. Esta situação pode ser um meio limitador para o desenvolvimento escrito deste relatório, sendo que, todas as soluções providas foram descritas com algum pormenor.

Este estágio na empresa Elísio Ferreira Cardoso & Filho Lda, foi bastante enriquecedor a nível de conhecimentos que apliquei e adquiri, o que me valorou tanto a nível pessoal como profissional nas áreas das instalações elétricas, das telecomunicações dos edifícios, da orçamentação, da construção civil, da execução de obras, da inter-relação com as diversas áreas que intervêm numa obra de remodelação, bem como na ambientação profissional e humana numa empresa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] D. e. A. Observatório de Energia, *Energia em Números*, Lisboa: ADENE, 2021.
- [2] Business Council for Sustainable Development, “11 Cidades e Comunidades Sustentáveis,” BCSD Portugal, [Online]. Available: <https://ods.pt/objectivos/11-cidades-e-comunidades-sustentaveis/>. [Acedido em noembro 2022].
- [3] Edifícios e Energia, “Método para apoio ao projeto de edifícios hospitalares mais sustentáveis,” Edifícios e Energia, 29 junho 2019. [Online]. Available: <https://edificioseenergia.pt/opiniao-analise/metodo-para-apoio-ao-projeto-de-edificios-hospitalares-mais-sustentaveis/>. [Acedido em julho 2022].
- [4] J. M. M. A. A. Faria, *Custos e Orçamentos - Cálculo do preço de venda*, Porto, 1987.
- [5] T. D. Pereira, *Gestão de Projeto e Contratação de Empreitadas de Obras*, 2ª edição ed., I. d. U. d. Coimbra, Ed., Coimbra, 2014, p. 304.
- [6] J. A. Faria, “07 - Noções Elementares Sobre Orçamentos de Obras de Construção Civil,” em *Gestão de Obras e Segurança*, Porto, 2013/2014, pp. 7.1-7.31.
- [7] DGEG, *Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão*, Lisboa, 2006.
- [8] ACSS, *Especificações Técnicas para Redes Elétricas de Baixa Tensão em Edifícios Hospitalares*, Lisboa, 2019.
- [9] ACSS, *Recomendações e Especificações Técnicas para Edifícios Hospitalares*, Lisboa, 2018.
- [10] ABB, *Guia de Apoio - Conjuntos NP 61439 Precrificação e execução*, Paço de Arcos, Lisboa, 2017.
- [11] P. R. M. Prado, “LinkedIn,” 12 agosto 2015. [Online]. Available: <https://www.linkedin.com/pulse/barramentos-eletricos-paulo-rogerio-machado-prado/?originalSubdomain=pt>. [Acedido em 2022].
- [12] Associação Portuguesa de Segurança, “APSEI,” APSEI, [Online]. Available: <https://www.apsei.org.pt/areas-de-atuacao/seguranca-no-trabalho/riscos-eletricos/>. [Acedido em fevereiro 2022].
- [13] J. A. B. Carvalho, “Neutro à terra,” *Esquemas de ligação à terra e proteção das pessoas em instalações elétricas de baixa tensão*, pp. 5-13, 30 junho 2021.
- [14] Arcelvez - Electrotecnia, Lda, *Esquemas de ligação à Terra em baixa tensão*,

Arcos de Valdevez.

- [15] J. A. B. Carvalho, *Proteção das pessoas nos esquemas de ligação à terra "TN" e "IT"*, Porto: Publindústri, 2015.
- [16] P. J. V. Meireles, *Regimes de Neutro em Redes e Instalações de BT- Vantagens/Inconvenientes para a Segurança das Pessoas, Bens e para a Exploração dos Sistemas*, Porto: FEUP, 2012, pp. 41-43.
- [17] F. Monteiro, *Instalações Elétricas Industriais - Slides*, Coimbra: ISEC, 2022.
- [18] F. J. Pita, "Neutro À Terra," *Avaliação de sistemas de terras*, 06 2016.
- [19] Direção Geral a Energia, *Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão*, 2006.
- [20] InfoControl, "InfoControl - Para-raios," [Online]. Available: [https://www.infocontrol.pt/sistemas-de-protecao-eletrica/sistemas-protecao-descargas-atmosfericas/para-raios/?gclid=Cj0KCQjwr-SSBhC9ARIsANhzu15RhVkp4KmWUM01YuJUKMRFFK1abEJf0nu9S53EWw\\_QFVdh2Ki\\_khcaAo2TEALw\\_wcB](https://www.infocontrol.pt/sistemas-de-protecao-eletrica/sistemas-protecao-descargas-atmosfericas/para-raios/?gclid=Cj0KCQjwr-SSBhC9ARIsANhzu15RhVkp4KmWUM01YuJUKMRFFK1abEJf0nu9S53EWw_QFVdh2Ki_khcaAo2TEALw_wcB). [Acedido em 22 abril 2022].
- [21] IEP, *Guia Prático Norma NP EN 62305 - Proteção contra descargas atmosféricas, Parte 1*, Porto/Lisboa: Comissão Técnica de Normalização CTE 81.
- [22] EDP, "coleções fundação edp," [Online]. Available: <https://www.colecoesfundacaoedp.edp.pt/nyron/library/catalog/winlibimg.aspx?skey=A99EEFF3D0324D38B60DE5EB78B197ED&doc=165889&img=166214>. [Acedido em Novembro 2022].
- [23] IPMA, "Descargas Elétricas Atmosféricas DEA's," IPMA, [Online]. Available: <https://www.ipma.pt/pt/otempo/obs.dea/>. [Acedido em Novembro 2022].
- [24] IEP, *Guia Prático Norma NP EN 62305 - Proteção contra descargas atmosféricas. Parte 2*, Porto/Lisboa: Comissão Técnica de Normalização CTE 81.
- [25] OBO BETTERMAN, *Ficha Técnica - Condutor Redondo em Aço Galvanizado*.
- [26] M. P. Pinto, "EngeHall," [Online]. Available: <https://www.cursonr10.com/o-que-e-equipotencializacao/>. [Acedido em 2022 Junho].
- [27] Argon, *Tubo rígido MEDISOL® HF - 34541*.
- [28] Grupo Fersil, *IBOGRIS Tubo maleável- uso geral cinza*, Cesar, 2014.
- [29] IBOTEC, *2WW - tubos corrugados dupla parede eléctrico e telecomunicações*, Cesar, Abr 2016.

- [30] OBO BETTERMANN, *Ficha técnica - Caminho de cabos em varão GR-Magic 55*, 2021.
- [31] Efapel, *SÉRIE 10 - Calhas livres de halógeno - Molduras*, 2019/2020.
- [32] F. Monteiro, *Instalações Elétricas, Parte 2*, 2018, p. 16.
- [33] Grupo Cabelte, *Catálogo Baixa Tensão*, pp. 31-32.
- [34] D. F. S. Carvalho, “Projeto de Instalações Elétricas Trabalho de Projeto apresentado para a obtenção do grau de Mestre de Engenharia Eletromecânica,” setembro 2019.
- [35] Wago, *Data Sheet Pack 20 Conectores Rápidos 3 Entradas para Cabo Elétrico 0.08-4 mm<sup>2</sup>*, 2020.
- [36] TEV2, *Ficha Técnica 56101 - Caixa de aparelhagem agrupável simples*, Maia.
- [37] TEV2, *Ficha Técnica 56103 - Caixa de aparelhagem quadrada com tampa*, Maia.
- [38] Climax Lighting, “TALLES 80 RO IN Recessed,” Climax, [Online]. Available: <https://climax.pt/pt/produto/talles-80-ro-in-recessed/>. [Acedido em março 2022].
- [39] Climax Lighting, “Sirius-D 137 IP 44 Downlights,” Climax, [Online]. Available: <https://climax.pt/pt/produto/sirius-d-137-ip44/>. [Acedido em março 2022].
- [40] Climax Lighting, “I-SPOT 150 SQ Surface,” Climax, [Online]. Available: <https://climax.pt/pt/produto/i-spot-150-sq-surface/>. [Acedido em março 2022].
- [41] Climax Lighting, “ADAAR,” Climax, [Online]. Available: <https://climax.pt/pt/produto/adaar/>. [Acedido em março 2022].
- [42] Climax Lighting, “Double Mono,” Climax, [Online]. Available: <https://climax.pt/pt/produto/double-mono/>. [Acedido em março 2022].
- [43] Climax Lighting, “OMEGA XS Trimless,” Climax, [Online]. Available: <https://climax.pt/pt/produto/omega-xs-trimless/>. [Acedido em março 2022].
- [44] Climax Lighting, “ATE IP65/IP66,” Climax, [Online]. Available: <https://climax.pt/pt/produto/ate-ip65-ip66/>. [Acedido em março 2022].
- [45] Climax Lighting, *Ergos Recessed IP40 14.4W 4000K 24Vdc Opal 1000mm*, Águeda, 2019.
- [46] Climax Lighting, “Ergos,” Climax, [Online]. Available: <https://climax.pt/pt/produto/ergos/>. [Acedido em março 2022].
- [47] Climax Lighting, *Iluminação em Espaços Hospitalares - Medical Lighting*, Águeda, 2010.

- [48] Climar Lighting, *DL-E01 aplique de parede-wall-mounted luminaires*, Águeda.
- [49] Eaton Powering Business Worldwide, *Ficha Técnica Telecomando TLU*.
- [50] Eaton Powering Business Worldwide, *Simplicidade com Segurança*, Lisboa, 2016.
- [51] Legrand, *Guia de Chamada de Enfermeira Bus/Scs*.
- [52] Legrand, *Funcionamento do Sistema de Sinalização Hospitalar, BUS SCS da Legrand*, 2015.
- [53] ORPOR, LDA, *Memória descritiva para incêndio endereçável*, Porto.
- [54] Sensitron Gas Evolution, *Central de deteção de gás 4-8 entradas*, Milão, Itália, 2019.
- [55] ANACOM, Manual ITUR - Prescrições e especificações técnicas das infraestruturas de telecomunicações em loteamentos, urbanizações e conjuntos de edifícios, 2015.
- [56] ANACOM, Manual ITED - Prescrições e Especificações Técnicas das Infra-Estruturas de Telecomunicações em Edifícios, 2009.
- [57] JSL Material Elétrico, “Fibra Optica Monomodo OS2 ITU-T G 657 Classe A,” [Online]. Available: <https://jsl-online.com/fibra-optica-monomodo-os2-itu-t-g-657-classe-a/#1559319767543-497c5a74-f6ad543d-6235>. [Acedido em maio 2022].
- [58] Miguélez Cables, *Especificação Técnica Afirenas-X RZ1-K (AS) 0,6/1 Kv, 03 CPRCca ed.*, 2020, pp. 1-8.

## **ANEXOS**



**ANEXO A**  
**MEDIDAS DE AUTOPROTEÇÃO**

MATRIZ DE COMANDO DE SCI - \_\_\_\_\_

SISTEMA / EQUIPAMENTO	ESTADO NORMAL	SITUAÇÃO DE INCÊNDIO																	OBSERVAÇÕES			
		Setor -1.1		Setor 0.1		Setor 0.2		Setor 0.3		Setor 1.1		Setor 1.2		Setor 1.3		Atrio Central (piso 0)		Atrio Central (piso 1)		Sótão		
Portas CF com retentor	A	-	-	F	0	F	0	-	-	-	-	-	-	-	-	F	0	-	-	-	-	
<i>Setor 0.1</i>		-	-	F	0	F	0	-	-	-	-	-	-	-	-	F	0	-	-	-	-	
<i>Setor 0.2</i>		-	-	F	0	F	0	-	-	-	-	-	-	-	-	F	0	-	-	-	-	
<i>Setor 1.1</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	F	0	F	0	-	-	-	-	F	0	-	-	
<i>Setor 1.2</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	F	0	F	0	-	-	-	-	F	0	-	-	
<i>Átrio Central (Piso 0)</i>		-	-	F	0	F	0	F	0	-	-	-	-	-	-	F	0	-	-	-	-	
<i>Átrio Central (Piso 1)</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	F	0	F	0	F	0	-	-	F	0	-	-	
Elevadores:	L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		*	0	*	0	*	0	*	0	*	0	*	0	*	0	*	0	*	0	-	-	* - Envio das cabines para o piso de referência (Piso 0), onde deverão ficar estacionadas com as portas abertas / Anular todas as ordens de envio e/ou de chamada / Neutralizar o accionamento dos botões;
Quadros elétricos (excepto Q.E.M.E1 e Q.E.M.E2)	L	L/D	-	L/D	-	L/D	-	L/D	-	L/D	-	L/D	-	L/D	-	L/D	-	L/D	-	L/D	-	Sem ação da CDI , a operar pelo Bombeiro e/ou ação definida pelo funcionamento dos sistemas e equipamentos que alimentam
Alimentação de gás combustível (Q.E.M.E1)	A	F	0	F	0	F	0	F	0	F	0	F	0	F	0	F	0	F	0	F	0	
Ventilação (Q.E.M.E2)	L	D	0	D	0	D	0	D	0	D	0	D	0	D	0	D	0	D	0	D	0	
Registos corta-fogo	A	F	0	F	0	F	1	F	1	F	0	F	1	F	1	-	-	-	-	-	-	
<i>Setor -1.1</i>		F	0	F	0	F	1	F	1	F	0	F	1	F	1	-	-	-	-	-	-	
<i>Setor 0.1</i>		F	0	F	0	F	1	F	0	F	0	F	1	F	1	F	0	-	-	-	-	
<i>Setor 0.2</i>		F	1	F	1	F	0	F	0	F	1	F	0	F	1	F	0	-	-	-	-	
<i>Setor 0.3</i>		F	1	F	0	F	0	F	0	F	1	F	1	F	0	F	0	-	-	-	-	
<i>Setor 1.1</i>		F	1	F	0	F	1	F	1	F	0	F	1	F	0	-	-	F	0	-	-	
<i>Setor 1.2</i>		F	1	F	1	F	0	F	1	F	1	F	0	F	0	-	-	F	0	-	-	
<i>Setor 1.3</i>		F	1	F	1	F	1	F	0	F	0	F	0	F	0	-	-	F	0	-	-	
<i>Escada 01</i>		F	0	F	0	F	1	F	1	F	0	F	1	F	1	-	-	-	-	-	-	
<i>Escada 02</i>		F	1	F	1	F	0	F	1	F	1	F	0	F	1	-	-	-	-	-	-	
<i>Átrio Central (Piso 0)</i>		-	-	F	0	F	0	F	0	-	-	-	-	-	-	F	0	-	-	-	-	
<i>Átrio Central (Piso 1)</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	F	0	F	0	F	0	-	-	F	0	-	-	
<i>Sótão</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Sistema de Contolo de Fumos	F																					Funcionamento do sistema de controlo de fumos:
<i>Escada 01</i>		A	0	A	0	-	-	-	-	A	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Escada 01 - abertura simultânea dos vãos que participam no sistema da Escada 01
<i>Escada 02</i>		-	-	-	-	A	0	-	-	-	-	A	0	-	-	-	-	-	-	-	-	Escada 02 - abertura simultânea dos vãos que participam no sistema da Escada 02
<i>Átrio Central (Piso 0)</i>		-	-	A	0	A	0	A	0	-	-	-	-	-	-	A	0	-	-	-	-	Átrio Central Piso 0 - Abertura dos registos de desenfumagem, accionamento do ventilador de extração e abertura do vão de acesso ao átrio
<i>Átrio Central (Piso 1)</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	A	0	A	0	A	0	-	-	A	0	-	-	Átrio Central Piso 1 - Abertura dos registos de desenfumagem, accionamento do ventilador de extração e abertura do vão de acesso à escada de acesso ao átrio
Sirenes	D																					
<i>Setor -1.1</i>		L	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Setor 0.1</i>		-	-	L	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	L	1	-	-	-	-	
<i>Setor 0.2</i>		-	-	-	-	L	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Setor 0.3</i>		-	-	-	-	-	-	L	0	-	-	-	-	-	-	L	1	-	-	-	-	
<i>Setor 1.1</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	L	0	-	-	-	-	-	-	L	1	L	1	
<i>Setor 1.2</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	L	0	-	-	-	-	L	1	L	1	
<i>Setor 1.3</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	L	0	-	-	L	1	L	1	
<i>Átrio Central (Piso 0)</i>		-	-	L	1	L	1	L	1	-	-	-	-	-	-	L	0	-	-	L	0	
<i>Átrio Central (Piso 1)</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	L	1	L	1	L	1	-	-	L	0	L	1	

- D- Desligado
- L- Ligado
- A- Abrir
- F - Fechar
- 0- Acciona de imediato
- 1- Ao fim de x minutos a definir nas MAP