

2013

Instituto Politécnico de Coimbra

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE COIMBRA

Projeto de Instalações Elétricas e de Telecomunicações em Edifícios

MESTRADO EM INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS EM EDIFÍCIOS

AUTOR | Gil Ferreira Lopes

ORIENTADORES |

Doutor Paulo José Gameiro Pereirinha
Engenheiro João Carlos Ramos Perdigoto

Coimbra, dezembro 2013

Projeto de Instalações Elétricas e de Telecomunicações em Edifícios

Relatório de Estágio apresentado para a obtenção do grau de Mestre em
Instalações e Equipamentos em Edifícios

Autor
Gil Ferreira Lopes

Orientadores
Doutor Paulo José Gameiro Pereirinha
Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Engenheiro João Carlos Ramos Perdigoto
Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

AGRADECIMENTOS

Durante a realização do Mestrado em Instalações e Equipamentos em Edifícios (MIEE) e numa fase final a realização do estágio curricular, várias foram as dificuldades superadas. Agora, que se aproxima mais uma fase final do meu percurso académico cabe-me agradecer a todos aqueles que contribuíram diretamente ou indiretamente para que tal fosse possível.

Em primeiro lugar, quero agradecer ao corpo docente do MIEE pelo apoio e disponibilidade durante estes dois anos na realização do Mestrado em Instalações e Equipamentos em Edifícios.

Aos meus orientadores Eng.º João Carlos Ramos Perdigoto e Doutor Paulo Pereirinha pelo tempo disponibilizado e orientação ao longo da realização do estágio.

À empresa Licínio Alegre Engenharia, Lda., e ao engenheiro responsável da mesma, Licínio Alegre pela possibilidade da realização deste estágio, e ainda pela dedicação, motivação e conhecimentos transmitidos.

Aos colaboradores da empresa pelo bom ambiente e apoio, o que proporcionou ao estagiário uma integração no modo de funcionamento da empresa de uma forma mais simples e um crescimento como profissional.

E por fim, aos meus pais e irmão pelo companheirismo e entreaajuda, o que me permitiu evoluir profissionalmente de uma forma mais consistente, levando ao avigoreamento dos conhecimentos adquiridos ao longo destes anos.

RESUMO

As infraestruturas elétricas, infraestruturas de telecomunicações e segurança contra incêndios, são um elemento nuclear para qualquer tipo de instalação. É através das várias especialidades aí representadas que se consegue a implementação das mais diversas aplicações e quaisquer tipos de equipamentos, garantindo de uma forma simples e eficaz uma instalação segura e cómoda.

Neste contexto, e por forma a aplicar e aprofundar os conhecimentos adquiridos no Mestrado em Instalações e Equipamentos em Edifícios (MIEE) do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC), foi efetuado estágio com início a 25 de fevereiro e termo a 25 de julho num gabinete de projetos localizado em Anadia, sendo a empresa acolhedora Licínio Alegre Engenharia, Lda. O presente relatório descreve o trabalho realizado durante esse período.

A Licínio Alegre Engenharia, Lda. é uma empresa que no seu essencial, se dedica à área de licenciamento e projetos elétricos, infraestruturas de telecomunicações em Edifícios (ITED), infraestruturas de telecomunicações em Loteamentos, Urbanizações e Condomínios (ITUR) e Segurança Contra Incêndios (SCI). Foi responsável pela elaboração de projetos importantes tais como o Velódromo Nacional em Sangalhos, a academia de ciclismo de apoio ao Velódromo, um complexo militar em Matola, Moçambique, entre outros.

Contudo, dadas as diversas especialidades técnicas em que a empresa atua, no decorrer do estágio as áreas específicas em que estive envolvido foram: projeto de instalações elétricas e ITED, tendo realizado projetos dos mais variados tipos de edifícios, desde uma estação de tratamento de águas residuais (ETAR) a, centros escolares, iluminação pública para arruamentos, parques infantis, empresas, pavilhões gimnodesportivos, hotéis, herdades, adegas, e outros.

Dentro do projeto de instalações elétricas, vários foram os trabalhos realizados:

levantamentos na área elétrica a edifícios com necessidades de ampliação, e/ ou de certificação, tendo sido necessário efetuar prévia identificação do implantado para a sua posterior reformulação;

esclarecimentos ou/ correções de projetos elétricos, pois por vezes, o projeto, ao ser encaminhado para aprovação, necessita de correções em determinados aspetos para que as instalações cumpram as regras necessárias para o bom funcionamento;

projetos retificativos, os quais têm como função retificar o projeto existente, como, por exemplo, numa fábrica quando existe a necessidade de aumento de potência. Deverá ser elaborado um novo projeto devido à instalação das novas máquinas;

acompanhamento de obra, com o intuito de verificar a evolução desta e o cumprimento do projetado em obra;

projetos de iluminação pública;

pedido de ligações de energia eventuais, quando exista a necessidade de pedir o fornecimento de energia elétrica por um período de tempo curto, como no caso de festas, feiras, circos;

no final são apresentados relatórios relativos a vistorias, que se destinam a verificar o cumprimento dos requisitos de segurança exigidos;

Quanto ao projeto relativo às infraestruturas de telecomunicações em Edifícios (ITED) os trabalhos realizados foram ao nível de, remodelações das instalações e levantamentos, passando por dimensionar e elaborar os desenhos em AutoCAD das redes de tubagem coletiva e individual, redes de cablagem e o esquema de terras e proteção.

Palavras-chave: Instalações elétricas, ITED.

ABSTRACT

Nowadays, the electrical infrastructures, telecommunications infrastructures and fire safety, are essential for any type of installation as well as it is through these different specialties that several type of applications and equipments can work, ensuring a simple effective, safe and convenient installation.

In this context and in order to apply and extend the knowledge acquired in MIEE at the higher institute of engineering of Coimbra (ISEC), this internship report is to set out the work in an office project located in Anadia, at a company named Licínio Alegre Engenharia, Lda.

Licínio Alegre Engenharia, Lda is a company dedicated to the area of licensing and electrical projects, telecommunications infrastructures in buildings (ITED), telecommunications infrastructure in housing developments, urban settlements and charges (ITUR) and fire safety. In their projects portfolio there are major projects such as the National Velodrome in Sangalhos, academia support cycling Velodrome, the military complex in Matola, Mozambique, among others.

However given the specialties in which the company operates, during the internship, the areas that the intern was involved were electrical installations project and ITED, having performed projects of various types of buildings, from the wastewater treatment plant (WWTP) , school centers, roads / street lighting, playgrounds, businesses, sports halls, hotels, farms, wineries and more.

Within the design of electrical installations, several other works have been performed, such as electrical surveys in the area of expanding buildings infrastructure, or to the ones in which certification was necessary after reformulation.

Clarifications / or Corrections of electrical projects; sometimes the project to before submission for approval, needs to fix certain aspects in order so that the installations comply with the necessary rules for the proper functioning.

Rectifications projects, which have the function of rectifying an existing project, as for example with in a factory when there is a need for increasing total electrical power. There is a need, to prepare a new draft after the installation of new electric power machines.

Monitoring of work, in order to check the evolution of this and designed in compliance with the work.

Public lighting projects.

Request of temporary links for electrical energy, ie when there is a need to ask the supply of electricity for a short period of time, as in the case of festivals, fairs, circuses.

At last, inspections in order to verify compliance with safety requirements.

ITED projects were performed at the level of, remodeling of facilities and surveys, through scale and elaborate drawings in AutoCAD networks of collective and individual piping, wiring and earthing networks and protection schemes.

Keywords: Electrical installations, telecommunications infrastructures in buildings.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO.....	v
ABSTRACT	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE TABELAS	xv
SIMBOLOGIA	xvii
ABREVIATURAS	xix
CAPÍTULO I – Introdução.....	1
1.1. Considerações Gerais	1
1.2. Breve Apresentação da Empresa.....	2
1.3. Áreas de Trabalho.....	2
1.4. Objetivos Propostos.....	3
1.5. Metodologia Adotada	3
1.6. Breve descrição do documento	4
CAPÍTULO II – Condições Técnicas.....	6
2.1. Projeto de Instalações Elétricas.....	6
2.1.1. Normas e Regulamentação	7
2.1.2. Classificação das Instalações	8
2.1.3. Projetos a Aprovar.....	9
2.1.4. Técnicos Responsáveis	13
2.1.5. Licenciamento.....	13
2.1.6. Certificação das Instalações.....	15
2.1.6.1. Passos Certificação	16
2.1.6.2. Análise e Aprovação de Projetos	18
2.1.7. Elementos de um Projeto Elétrico	19
2.2. Projeto de ITED.....	20
2.2.1. Normas e Regulamentação	20
2.2.2. Documentos para projeto ITED	23
2.2.3. Procedimento de avaliação das ITED	25
CAPÍTULO III – Considerações gerais na elaboração de um projeto	27
3.1. Projeto das infraestruturas elétricas.....	27
3.1.1. Classificação de locais.....	27
3.1.2. Índice de Proteção IP.....	28
3.1.3. Referências Índice de Proteção IK.....	28
3.1.4. Seleção dos Equipamentos	29
3.1.5. Proteção mecânica.....	29
3.1.6. Canalizações	30
3.1.7. Quadros elétricos.....	32
3.1.8. Dimensionamento	38
3.2. Projeto das infraestruturas de telecomunicações em edifícios – ITED	46
3.2.1. Sistemas de cablagem.....	46
3.2.1.1. Sistemas de cablagem – Par de cobre (PC)	46

3.2.1.2.	Sistemas de cablagem – Cabo coaxial (CC).....	47
3.2.1.3.	Sistemas de cablagem – Fibra ótica (FO).....	47
3.2.2.	Arquitetura funcional	47
3.2.3.	Acomodação de cabos de telecomunicações	48
3.2.4.	Tubagem	49
3.2.4.1.	Tubos.....	49
3.2.4.2.	Calhas	51
3.2.4.3.	Caminhos de cabos.....	51
3.2.4.4.	Caixas	52
3.2.4.5.	Dispositivos de fecho	53
3.2.5.	Armários	54
3.2.5.1.	ATE – Armário de telecomunicações de edifício	54
3.2.5.1.1.	RG – PC – Repartidor geral de pares de cobre.....	57
3.2.5.1.2.	RG – CC – Repartidor geral de cabos coaxiais	58
3.2.5.1.3.	RG – FO – Repartidor geral de cabos de fibra ótica.....	58
3.2.5.2.	ATI – Armário de telecomunicações individual.....	59
3.2.5.2.1.	RC – PC – Repartidor de Cliente de Par de Cobre	60
3.2.5.2.2.	RC – CC – Repartidor de Cliente de Cabo Coaxial.....	61
3.2.5.2.3.	RC – FO – Repartidor de Cliente de Fibra Ótica	61
3.2.5.3.	CEMU – Caixa de entrada de moradia unifamiliar	61
3.2.5.4.	Bastidores de cablagem estruturada	62
3.2.6.	Salas técnicas	64
3.2.7.	Ligação à rede pública de telecomunicações	65
3.2.8.	Classificações ambientais – Conceito MICE.....	66
3.2.9.	Caracterização dos tipos de edifícios	67
3.2.10.	Regras genéricas de projeto	67
3.2.10.1.	Projeto das redes de tubagem	68
3.2.10.1.1.	Regras gerais	69
3.2.10.1.1.1.	Conduitas de acesso	70
3.2.10.1.1.2.	Rede coletiva de tubagens.....	70
3.2.10.1.1.3.	Rede individual de tubagens	72
3.2.10.1.2.	Tubos e calhas	73
3.2.10.1.3.	Caminho de cabos e Caixas.....	75
3.2.10.1.4.	Bastidores	75
3.2.10.1.5.	Dimensionamento das ligações às CVM	76
3.2.10.2.	Projeto das redes de cablagens	76
3.2.10.2.1.	Redes de pares de cobre	77
3.2.10.2.1.1.	Redes coletivas de pares de cobre	77
3.2.10.2.1.2.	Redes individuais de pares de cobre.....	77
3.2.10.2.2.	Redes de cabos coaxiais.....	77
3.2.10.2.2.1.	Redes coletivas de cabos coaxiais	77
3.2.10.2.2.1.1.	Projeto de CATV	78
3.2.10.2.2.1.2.	Projeto de MATV – Sistemas digitais e analógicos.....	78
3.2.10.2.2.1.2.1.	Fixação das Antenas	80
3.2.10.2.2.2.	Redes individuais de cabos coaxiais.....	80
3.2.10.2.3.	Redes de cabos de fibra ótica	81
3.2.10.2.3.1.	Rede coletiva	81
3.2.11.	Instalações temporárias	82

3.2.12.	Telecomunicações em elevadores.....	82
3.2.13.	Adaptação dos edifícios construídos à instalação de fibra ótica.....	83
3.2.14.	Ligação de terra e proteções	83
Análise de Projetos		88
CAPÍTULO IV – ETAR de Sangalhos.....		89
4.1.	Considerações Gerais	89
4.2.	Constituição da ETAR.....	90
4.3.	Elaboração do Projeto.....	92
4.4.	Seleção dos equipamentos em função da classificação de locais.....	93
4.5.	Iluminação.....	93
4.6.	Tomadas/Equipamentos.....	93
4.7.	Alimentação das Instalações	99
4.8.	Canalização	99
4.9.	Quadros elétricos.....	100
4.10.	Dimensionamento	100
4.11.	Média Tensão	106
4.11.1.	Posto de transformação	106
CAPÍTULO V – Tomé & Filhos		108
5.1.	Considerações Gerais	108
5.2.	Reformulação da rede de iluminação, tomadas, força motriz e rede de alimentadores	109
5.3.	Dimensionamento.....	111
5.4.	Linha de média tensão e posto de transformação.....	117
CAPÍTULO VI – Pavilhão Gimnodesportivo		119
6.1.	Projeto elétrico	119
6.1.1.	Elaboração do Projeto das instalações elétricas.....	120
6.1.2.	Classificação dos Locais.....	120
6.1.3.	Iluminação	122
6.1.4.	Iluminação de Segurança.....	123
6.1.5.	Tomadas / Caixas de reserva	123
6.1.6.	Canalização	124
6.1.7.	Quadros elétricos.....	125
6.1.8.	Alimentação de energia elétrica às instalações	125
6.1.9.	Dimensionamento	126
6.1.10.	Terras de Proteção.....	128
6.1.11.	Caderno de encargos	128
6.2.	Projeto ITED.....	129
6.2.1.	Tipo de edifício – Desportivos e de lazer	130
6.2.2.	Projeto rede de tubagens.....	130
6.2.3.	Projeto rede de cablagem.....	131
6.2.4.	Ligação de terra e proteções	132
6.2.5.	Caderno de encargos	132
CAPÍTULO VII – Esclarecimentos/Correções Projeto Elétrico		133
7.1.	Reconstrução, ampliação e reconversão de uma casa em granito do século XVIII em Hotel Rural (4 estrelas)	133
7.2.	Centro Escolar de Salreu.....	134
7.3.	Adega da Mealhada - Alfora.....	135
7.4.	Tormáximos, LDA.	135

CAPÍTULO VIII – Instalações eventuais, Iluminação Pública e Vistorias	136
8.1. Instalações eventuais	136
8.1.1. Feira do vinho e da vinha, Festa do Leitão, Festa jogos sem fronteiras	137
8.2. Iluminação Pública	137
8.2.1. Arruamento de acesso ao centro escolar de Salreu	138
8.3. Vistorias	139
8.3.1. Praça de Anadia - Quiosque mais Restaurante	140
8.3.2. Herdade Defesa e Barros – Avis	140
Conclusão	141
Referências Bibliográficas.....	143

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 - Logotipo da Empresa	2
Figura 2. 1 - Resumo normalização - RTIEBT	7
Figura 2. 2 - Resumo da classificação das instalações	8
Figura 3. 1 – Capacidade de condução de corrente para barras de cobre (curva a) e de alumínio (curva b) (Silva, et al., 2009).....	34
Figura 3. 2 - Seletividade entre dispositivos de proteção contra sobreintensidades (Ficha-Técnica_16, 2006)	37
Figura 3. 3 - Seletividade entre dispositivos diferenciais (Ficha-Técnica_12, 2005)	38
Figura 3. 4 - Esquema para o dimensionamento das canalizações elétricas (DGGE, et al., 2006).....	40
Figura 3. 5 – Módulo de Flexão (Silva, et al., 2009).....	45
Figura 3. 6 - Tubagens permitidas nas ITED (ANACOM, 2010)	49
Figura 3. 7 - Esquema de um ATE com o secundário dos 3 repartidores (ANACOM, 2010).....	55
Figura 3. 8 - RG – FO (ANACOM, 2010)	59
Figura 3. 9 - Conceito MICE (ANACOM, 2010).....	66
Figura 3. 10 - Diagrama elaboração de um projeto ITED (ANACOM, 2010).....	68
Figura 3. 11 - Rede coletiva e individual de tubagem (ANACOM, 2010).....	68
Figura 3. 12 - Designação dos tubos (ANACOM, 2010)	69
Figura 3. 13- Distâncias dos tubos às laterais das caixas (ANACOM, 2010)	71
Figura 3. 14 - Exemplo de caixa de coluna com 2 frações por piso (ACIST, 2010).....	71
Figura 3. 15 - Pormenor na montagem do sistema de terras no mastro das antenas (ACIST, 2010).....	86
Figura 3. 16- Esquema elétrico e de Terras (ANACOM, 2010).....	87
Figura 4. 1- Constituição da ETAR de Sangalhos.....	91
Figura 5. 1- Implantação da serração de madeiras - Tomé & Filhos.....	110
Figura 6. 1- Pavilhão Gimnodesportivo de Ventosa do Bairro	119
Figura 7. 1- Reconstrução, ampliação e reconversão de uma casa em granito do século XVIII em hotel rural ****	134
Figura 7. 2 - Centro Escolar de Salreu.....	134
Figura 7. 3 - Adega da Mealhada	135
Figura 8. 1- Ligação através de linha aérea da rede de iluminação pública. (EDP, et al., 2011)	137
Figura 8. 2 - Ligação através de linha subterrânea da rede de iluminação pública. (EDP, et al., 2011).....	138

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. 1 - Cronograma do estágio.....	4
Tabela 2. 1 - Artigo 1º - Alteração ao Decreto-Lei nº 26 852, de 30 de Julho de 1936 (DL101/2007, 2007)	9
Tabela 2. 2 - Resumo das instalações que carecem de projeto. (CERTIEL_tabela, 2013)	12
Tabela 3. 1 - Codificações das influências externas. (RTIEBT, 2006)	27
Tabela 3. 2 - Índices de proteção IP, norma EN 60529 (Policabos, 2013).....	28
Tabela 3. 3 - Índice de proteção IK. Norma EN 62262 (SOMATICA, 2013)	29
Tabela 3. 4 - Quadro 52J - Secção mínima dos condutores. (RTIEBT, 2006).....	30
Tabela 3. 5 - Quedas de tensão máximas admissíveis - Quadro 52O. (RTIEBT, 2006).....	31
Tabela 3. 6 - Quadros elétricos - classificação relativa à proteção contra os choques elétricos. (RTIEBT, 2006).....	33
Tabela 3. 7 - $I\Delta n$ Valor da resistência de terra e Corrente estipulada para os diferenciais (Nogueira, 2008).....	35
Tabela 3. 8 - Natureza dos circuitos e secções mínimas (CERTIEL, 2013)	36
Tabela 3. 9- Correntes estipuladas e correntes convencionais dos disjuntores (Nogueira, et al., 2008).....	41
Tabela 3. 10 - Correntes estipuladas e correntes convencionais dos fusíveis (Nogueira, et al., 2008).....	41
Tabela 3. 11 - Tabela normalizada de impedâncias de transformadores.....	42
Tabela 3. 12 - Procedimento de cálculo das I_{CC} para instalações com PT	43
Tabela 3. 13 - Sistema de cablagem - Par de cobre (ANACOM, 2010)	46
Tabela 3. 14 - Sistema de cablagem - Cabo coaxial (ANACOM, 2010)	47
Tabela 3. 15- Sistema de cablagem - Fibra ótica (ANACOM, 2010)	47
Tabela 3. 16 - Características técnicas das calhas técnicas (ANACOM, 2010)	51
Tabela 3. 17 - Características técnicas das esteiras (ANACOM, 2010).....	52
Tabela 3. 18 - Dimensões mínimas, internas, das caixas para rede individual de tubagens (ANACOM, 2010).....	53
Tabela 3. 19 - Dimensões mínimas, internas, das caixas para rede coletiva de tubagens (ANACOM, 2010).....	53
Tabela 3. 20 - Dimensões mínimas para compartimento/multi-armário (ANACOM, 2010)...	56
Tabela 3. 21 - Dimensões mínimas internas da CEMU (ANACOM, 2010).....	62
Tabela 3. 22 - Dimensão e tipo - Salas técnicas (ANACOM, 2010).....	64
Tabela 3. 23 - Níveis de complexidade dos edifícios	64
Tabela 3. 24 - Separação mínima entre cabos (ANACOM, 2010).....	69
Tabela 3. 25 - Valores normalizados dos diâmetros internos mínimos dos tubos (ANACOM, 2010).....	73
Tabela 3. 26 - Rede de tubagens individual (ACIST, 2010)	74

Tabela 3. 27 - Dimensionamento das ligações à CVM, por tubos (ANACOM, 2010).....	76
Tabela 3. 28 – MATV - níveis de sinal (ANACOM, 2010).....	79
Tabela 3. 29 - Valor máximo das atenuações na rede de CATV, por 100 metros (ANACOM, 2010).....	81
Tabela 3. 30 - Legenda do esquema elétrico e de terras das ITED (ANACOM, 2010).....	85
Tabela 4. 1 – ETAR de Sangalhos - Lista de consumidores	94
Tabela 4. 2 - Cálculo da potência total e de I_b	101
Tabela 4. 3 - Dimensionamento QP.1.....	102
Tabela 4. 4 - Potências de curto – circuito médias (Silva, et al., 2009)	103
Tabela 4. 5 - Cálculo dos esforços eletrodinâmicos	105
Tabela 5. 1 - Cálculo da potência total e de I_b – Q.P.0.....	112
Tabela 5. 2 - Dimensionamento QP.0 - Antigo quadro geral	113
Tabela 5. 3 - Cálculo dos esforços eletrodinâmicos	116
Tabela 5. 4 - Dimensionamento Q.PT/Entrada.....	117
Tabela 6. 1 - Classificação dos locais - Pavilhão gimnodesportivo	121
Tabela 6. 2 - Dimensionamento do Q.REC	127
Tabela 6. 3 - Redes de cabos em edifícios Desportivos e de Lazer (ANACOM, 2010)	130
Tabela 6. 4 - Rede de tubagem em edifícios Desportivos e de Lazer (ANACOM, 2010)	130
Tabela 8. 1 - Medição de Terras	140
Tabela 9. 1 - Lista de alguns projetos realizados durante o estágio	141

SIMBOLOGIA

I_{CC} – Corrente de curto-circuito – [kA]
 I_N – Corrente estipulada – [A]
 I_{NF} – Corrente convencional de não funcionamento – [A]
 I_2 – Corrente convencional de funcionamento – [A]
 U_C – Tensão nominal composta – [V]
 U_L – Valor máximo da resistência de terra – [V]
 I_B – Corrente de serviço – [A]
 S – Potência aparente – [kVA]
 I_Z – Corrente da canalização – [A]
 I'_Z – Corrente admissível da canalização – [A]
 K_1 – Correção devida ao modo de colocação
 K_2 – Correção associada à temperatura ambiente
 K_3 – Correção para o estabelecimento de forma agrupada de condutores e cabos
 ΔU – Queda de tensão – [V]
 $I_{\Delta n}$ – Corrente residual diferencial estipulada – [A]
 L – Comprimento – [m]
 s – Secção do cabo – [mm²]
 ρ - Resistividade – [cobre: 0,0225; alumínio: 0,036]
 $\cos\phi$ – Fator de potência
 b – Coeficiente (1), para circuitos trifásicos
 R – Resistências – [mΩ]
 X – Reatâncias – [mΩ]
 W_C – Perdas no cobre – [W]
 u_{cc} – Tensão de curto-circuito do transformador – [%]
 U_0 – Tensão em vazio – [400V ou 230V]
 I_P – Corrente de pico de curto-circuito – [kA]
 F_e – Força eletrodinâmica – [kgf]
 l – Distância entre dois apoios/ suporte do barramento consecutivos – [cm]
 d – Distância entre duas fase adjacentes – [cm]
 m_f – Momento fletor – [kgf.cm]
 W – Módulo de flexão – [cm³]
 b – Largura do barramento – [cm]
 h – Altura do barramento – [cm]
 σ – Carga de segurança à flexão do material selecionado – [kgf.cm²]
 dim – Diâmetro interno mínimo admissível – [mm]
 d_n – Diâmetro externo do cabo n – [mm]
 D_i – Diâmetro interno – [mm]
 S_u – Secção útil da calha ou do compartimento – [mm²]
 S_n – Secção do cabo n – [mm²]

ABREVIATURAS

AM – “Amplitude Modulation”. Modulação em amplitude
ANIIE – Associação Nacional Inspetora das Instalações Elétricas
AT – Alta Tensão
ATE – Armário de Telecomunicações do Edifício
ATI – Armário de Telecomunicações Individual
ATU – Armário de Telecomunicações de Urbanização
AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar condicionado
BGT – Barramento Geral de Terras das ITED
C.B – Cabine baixa
CC – Cabo Coaxial
CATI – Caixa de Apoio ao ATI
CATV – “Community Antenna Television”
CEMU – Caixa de Entrada de Moradia Unifamiliar
COFDM – “Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing”
CERTIEL – Associação Certificadora de Instalações Elétricas
CM – Coluna Montante
CM-CC – Coluna Montante de Cabos Coaxiais
CM-PC – Coluna Montante de Pares de Cobre
CU – Cobre
CV – Câmara de Visita
CVM – Câmara de visita Multi-operador
DAB – “Digital Audio Broadcasting”
DDC – Dispositivo de Distribuição de Cliente
DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia
DL – Decreto-lei
DR – Decreto Regulamentar
DRE – Direções Regionais da Economia
DST – Descarregador de Sobretensão para cabos coaxiais
DTH – “Direct To Home”. Recepção Satélite Doméstica
EDP – Energia de Portugal
ERIIE – Entidades Regionais Inspetoras de Instalações Elétricas
ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais
ETI – Espaço de Telecomunicações Inferior
ETS – Espaço de Telecomunicações Superior
FM – “Frequency Modulation”. Modulação em frequência
FO – Fibra Ótica

FTP – “Foiled Twisted Pair”
H.U – Altura útil
ICP – ANACOM – Autoridade Nacional de Comunicações
IEP – Instituto Eletrotécnico Português
IK – Índice de Proteção contra choques mecânicos externos
IMOPPI – Instituto dos Mercados de Obras Públicas e Particulares e do Imobiliário
IP – Índice de Proteção
IPAC – Instituto Português da Acreditação
ISQ – Instituto de Soldadura e Qualidade
ISEC – Instituto Superior de Engenharia de Coimbra
ITED – Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios
ITUR – Infraestruturas de Telecomunicações em Loteamentos, Urbanizações e Condomínios
LIQ – Laboratório Industrial da Qualidade
MAT – Muito Alta Tensão
MATV – “Master Antenna Television”
MICE – “Mechanical, Ingress, Climatic and chemical, Environmental”. Condições ambientais
MIEE – Mestrado em Instalações e Equipamentos em Edifícios
MT – Média Tensão
NiCd – Níquel cádmio
NIP/OL – Identificação do prédio/objeto de ligação
OE – Ordem dos Engenheiros
OET – Ordem dos Engenheiros Técnicos
OMx – “Multimode”. Fibra ótica multimodo;
ONT – “Optical Network Termination “. Terminação ótica de rede
OSx – “Single mode”. Fibra ótica monomodo;
PAT – Passagem aérea de topo
PC – Pare de Cobre
PD – Ponto de Distribuição
PEAD – Polietileno de Alta Densidade
PPCA – Posto Privado de Comutação Automática
PT – Posto de transformação
PVC – Policloreto de vinilo
QAM – “Quadrature Amplitude Modulation”
QPSK – “Quadrature Phase Shift Keying”
RC – Repartidor de Cliente
RC – CC – Repartidor de Cliente de Cabo Coaxial
RC – FO – Repartidor de Cliente de Fibra Ótica
RC – PC – Repartidor de Cliente de Par de Cobre
REF – Relatório de Ensaios de Funcionalidade

RG – Repartidor Geral
RLIE – Regulamento de Licenças das Instalações Elétricas
RNG – Redes de Nova Geração
RSIUEE – Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Elétrica
RSICEE – Regulamento de Segurança de Instalações Coletivas de Edifícios e Entradas
RTIEBT – Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão
SC/APC – “Subscriber Connector” / “Angled Physical Contact”
SCI – Segurança Contra Incêndios
SMAS – Serviços Municipalizados de Água e Saneamento
SMATV – “Satellite Master Antenna Television”
STP – “Screened Shielded Twisted Pair”
TCD – Tecnologia de Comunicação por Difusão
TCD – C – Tecnologia de Comunicação por Difusão, em cabo coaxial
TCD – PC – Tecnologia de Comunicação por Difusão, em cabo de para de cobre
TDT – Televisão Digital Terrestre
TPT – Terminal Principal de Terra
TT – Tomadas de Telecomunicações
TV – Televisão
UHF – “Ultra High Frequency”
UTP – “Unshielded Twisted Pair”
VHF – “Very High Frequency”
ZAP – Zona de Acesso Privilegiado

CAPÍTULO I – Introdução

1.1. Considerações Gerais

O projeto, construção e manutenção de edifícios, desde o Aquecimento, Ventilação e Ar condicionado (AVAC), Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios (ITED), domótica, comportamento térmico, aspiração central, transmissão de dados, Segurança contra incêndios (SCI), são áreas maioritariamente presentes nos edifícios, detendo ao nível das engenharias um enorme grau de complexidade, exigindo uma união e interligação de conhecimentos de todas as especialidades. Para tal, o curso de Mestrado em Instalações e Equipamentos em Edifícios (MIEE) do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC) surgiu com o objetivo de formar profissionais capazes de intervir nestas áreas de intervenção de modo a colmatar as necessidades existentes no mercado de trabalho nacional.

O estágio, para a obtenção do grau de Mestre em Instalações e Equipamentos em Edifícios, foi a oportunidade ideal para fazer a transição e consolidar os conhecimentos adquiridos ao longo destes anos, criando assim a ponte entre a parte teórica e a realidade do mundo profissional.

A empresa Licínio Alegre Engenharia, Lda. sendo uma empresa direcionada ao licenciamento e projetos elétricos, ITED, Infraestruturas de Telecomunicações em Loteamentos, Urbanizações e Condomínios (ITUR) e SCI em Edifícios assumindo também a responsabilidade pelas infraestruturas das instalações, foi a empresa responsável pelo acolhimento do estagiário.

Contudo, dentro das áreas em que atua, o licenciamento de projetos elétricos e ITED foram as áreas de trabalho realizadas pelo estagiário, tendo este relatório como principal objetivo descrever de uma forma sucinta, simples e perceptível os trabalhos realizados.

Durante o tempo do estágio foram vários os trabalhos realizados, levantamentos, esclarecimentos/ e correções, após submissão de projetos à análise de empresas certificadas para o efeito, como por exemplo o Laboratório Industrial da Qualidade (LIQ) entidade da CERTIEL (Associação Certificadora de Instalações Elétricas), a fim de assegurar que as instalações cumprem os requisitos de segurança. Foram também, realizados de projetos de inúmeros tipos de instalações desde centro escolares, iluminação pública de arruamentos, parques infantis, edifícios indústrias, pavilhões gimnodesportivos, estação de tratamento de águas residuais (ETAR), hotéis, adegas, acompanhamento de obra de diversas instalações, pedidos de ligação de energia eventuais e vistorias.

O acompanhamento de obra, cujo um dos objetivos é verificar se o projeto elaborado é respeitado, veio, de certo modo, permitir o contacto com as várias entidades envolvidas no

processo, desde arquitetos, donos de obra, equipas técnicas instaladoras, e permitir também, uma compreensão mais precisa da implantação das instalações, o que por vezes se torna complicado, dada a existência de pormenores que só se tornam evidentes após estas deslocações e reuniões, o que, apenas com o acesso à planta em AutoCAD seria de todo muito mais trabalhoso.

1.2. Breve Apresentação da Empresa



Figura 1. 1 - Logotipo da Empresa

A empresa Licínio Alegre Engenharia, Lda. (Figura 1. 1), iniciou a sua atividade aproximadamente a partir dos anos 90, mais precisamente em Janeiro de 1988, tendo-se dedicado no seu essencial à área de licenciamento e projetos elétricos, ITED, ITUR e SCI em edifícios de habitação, comerciais e industriais, assumindo a responsabilidade pelas infraestruturas das instalações atrás referidas. A empresa há mais de 2 décadas assume a responsabilidade pelo projeto e exploração das instalações elétricas da Câmara Municipal de Anadia com natural envolvimento em processos de economia energética que contemplam a sua execução, com a qual coexiste uma avença para a realização de projetos e numa fase seguinte, o cumprimento dos preceitos de estatuto de técnico responsável pelas instalações elétricas. O velódromo Nacional em Sangalhos, a academia de ciclismo de apoio ao velódromo Nacional, o complexo militar em Matola, Moçambique, são alguns exemplos de projetos importantes elaborados pela empresa.

1.3. Áreas de Trabalho

Relativamente aos trabalhos realizados pelo estagiário na empresa, estes enquadram-se nas infraestruturas elétricas e ITED:

1. Instalações Elétricas

- a. Projetos de instalações elétricas, desde redes de distribuição de energia em média ou baixa tensão, postos de transformação (PT.) e seccionamento, redes infraestruturais, alimentação e comando de equipamentos, redes de terras, iluminação de interiores e exteriores;
- b. Projetos elétricos de iluminação pública - arruamentos;
- c. Levantamentos das instalações elétricas a edifícios;

- d. Projetos retificativos;
- e. Esclarecimentos/ correções do projeto elétrico
- f. Acompanhamento de obra;
- g. Pedidos de certificação;
- h. Vistorias;

2. ITED

- a. Dimensionamento, implantação da rede de tubagens, esquema unifilar da rede de tubagens coletiva e individual, redes pares de cobre, rede cabo coaxial “Community Antenna Television” (CATV) e “Master Antenna Television” (MATV), rede fibra ótica, esquema de terras e proteções, levantamentos.

1.4. Objetivos Propostos

Os objetivos considerados como essenciais foram:

- A constante colaboração do estagiário na vida regular da empresa, na instalação e boa exploração das instalações elétricas após a realização dos respetivos projetos elétricos, telecomunicações e respetivos licenciamentos e aprovações;
- Aquisição de conhecimentos no âmbito de redes de distribuição e da produção (P.T.) e redes de distribuição em baixa tensão;
- Compreensão e aplicação de normas e regulamentos dos vários guias técnicos (RTIEBT – Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão e Normas da EDP);
- Acompanhamento de obras de baixa e média tensão;
- Processo de medições e estimativas;
- Conhecimento do caderno de encargos em obras de serviço público e entregues à EDP.SA;
- Acompanhamento na execução de obras;
- Vistorias às instalações;

1.5. Metodologia Adotada

Para a realização do estágio foi necessário o estabelecimento de uma metodologia de trabalho, para que todas as etapas fossem cumpridas atentamente e a integração do estagiário fosse o mais rápido e eficaz, conforme definido no cronograma seguinte (Tabela 1. 1).

Para tal, numa primeira fase (fase 1 e 2), existiu da parte do estagiário uma adaptação ao modo de funcionamento da empresa e respetivas regras de trabalho, passando por realizar o levantamento da lista bibliográfica que possibilita aquisição de manuais, normas, regulamentos, guias técnicos e sua seleção, tendo em conta os trabalhos a executar. Tornando-

se importante o conhecimento e compreensão das mesmas, existindo por parte do estagiário uma revisão do seu conteúdo. Com maior importância destaca-se as Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão (RTIEBT) e o manual ITED de 2ª edição.

Nas fases seguintes (fase 3 e 4), seguiu-se o conhecimento, planejamento e estrutura dos processos de projetos, desde peças desenhadas, peças escritas, fichas técnicas, termos de responsabilidade, passando pela simbologia, escalas dos desenhos, programa adotado para a realização das peças desenhadas (AutoCAD da AutoDesk) e a definição dos procedimentos a efetuar em cada uma das fases da execução das obras, levantamentos, correções e vistorias às instalações.

As fases 5 e 6 dizem respeito ao tempo despendido pelo estagiário na elaboração do relatório de estágio.

Tabela 1.1 - Cronograma do estágio

Cronograma						
Mês	Fev-13	Mar-13	Abr-13	Mai-13	Jun-13	Jul-13
<i>Duração de cada Fase</i>						
Fase 1						
Fase 2						
Fase 3						
Fase 4						
Fase 5						
Fase 6						

1.6. Breve descrição do documento

Este relatório quanto á sua organização encontra-se dividido por oito capítulos, conclusão e referências bibliográficas, visando expor o trabalho realizado na empresa ao longo dos seis meses de estágio, a fim de se tornar um documento de fácil leitura e compreensão.

Quanto aos anexos encontram-se em documentos separados em formato digital.

O primeiro capítulo foca-se na introdução, expondo os objetivos do estágio, uma breve apresentação da empresa acolhedora, passando pelas áreas de trabalho e por fim a metodologia adotada.

Quanto ao segundo capítulo será respeitante ao trabalho de pesquisa e revisão efetuado relativamente às condições técnicas referentes às instalações elétricas e ITED, nomeadamente a nível de regulamentação empregues na área de projeto.

No capítulo seguinte, capítulo 3, será referente às considerações globais a ter em conta quando se elabora um projeto, nomeadamente a nível das infraestruturas elétricas bem como das infraestruturas de telecomunicações. Também está englobado na fase 1 e 2 do cronograma (Tabela 1. 1), referindo-se à revisão das RTIEBT, dimensionamento das instalações para o projeto elétrico e o manual de ITED 2ª edição.

No capítulo 4 será o trabalho realizado na ETAR de Sangalhos (I Estudo de Caso), desde a perceção da instalação, bem como todo o trabalho realizado desde a elaboração das peças desenhadas e escritas e ainda acompanhamento de obra e respetivas reuniões.

O capítulo 5 está consignado ao segundo estudo de caso, projeto elétrico retificativo de uma empresa de serração de madeiras do requerente Tomé & Filhos, o qual diz respeito ao aumento de potência da fábrica devido à instalação de novos equipamentos.

O capítulo 6 refere-se a um pavilhão gimnodesportivo sito em Ventosa do Bairro, sendo constituído pelo projeto das infraestruturas elétricas e de telecomunicações. Este assume particular importância devido à existência de um bar nas instalações o que origina a necessidade de co-existirem duas baixadas (contadores independentes), dado este poder funcionar em modo concessionado a empresa autónoma.

O capítulo 7 diz respeito aos esclarecimentos/ e correções referentes aos projetos de infraestruturas elétricas. Os corretivos descritos neste capítulo são relativos a quatro instalações em que, após validação, a dois são solicitadas correções pela CERTIEL (Associação Certificadora de Instalações Elétricas) e os outros dois pelo Ministério da Economia (DRE – Direções Regionais da Economia). De referir que no capítulo 2 serão abordadas as responsabilidades de cada entidade.

Dado que ao longo do estágio foram realizados vários esclarecimentos e/ correções a projetos elétricos submetidos à aprovação, apenas serão abordados como exemplo os projetos seguintes, uma vez que o procedimento de correção e esclarecimento é realizado sempre com a mesma metodologia.

Os projetos abordados são:

1. Escola Salreu;
2. Reconstrução, ampliação e reconversão de uma casa em granito do século XVIII em hotel rural de 4 estrelas, sito Lugar de Vilarinho, Município Sever do Vouga;
3. Adega da Mealhada – Alfora, Sepins;
4. Empresa de serração de madeiras - Toromáximos, Lda.

O oitavo e último capítulo terá como tema a iluminação pública, ligações eventuais de energia e vistorias.

Por fim, apresentam-se as conclusões retiradas da realização do presente estágio.

CAPÍTULO II – Condições Técnicas

Para a elaboração de um projeto na área das instalações elétricas bem como nas ITED existe a necessidade de conhecer a regulamentação a cumprir. Para tal, neste capítulo será descrito o trabalho de pesquisa e revisão realizado pelo estagiário relativo ao levantamento da lista bibliográfica que possibilita a aquisição de manuais, normas, regulamentos, guias técnicos empregues na área de projeto respeitante à fase inicial de trabalho como se encontra no cronograma de estágio (Tabela 1. 1) (fases 1 e 2).

2.1. Projeto de Instalações Elétricas

Um dos aspetos relativos à construção civil e obras públicas é referente à parte das instalações elétricas, compreendendo um conjunto de considerações que passam desde a aquisição de licenças, a taxas que estão sujeitas às referidas instalações. Segurança de pessoas e bens, fiabilidade, flexibilidade e comodidade são alguns dos aspetos importantes a realçar quando se aborda as instalações elétricas, sendo então necessário uma exigência maior a nível de conhecimento dos vários regulamentos e documentos técnicos extensíveis por parte do projetista. (Raminhos, 2012)

Deste modo, pode-se afirmar que na conceção de um projeto elétrico este deve ser elaborado de modo a oferecer condições seguras de funcionamento para as pessoas.

Para tal o projeto de instalações elétricas deve respeitar os 4 princípios fundamentais a seguir mencionados:

- Para que uma instalação proporcione as condições de segurança de funcionamento estas tem de ser bem concebidas;
- Se for estruturalmente bem concebida e não for dotada de todas as proteções que se impõem, a instalação não pode, igualmente, cumprir a sua função de modo seguro.
- Para que os equipamentos a usar tenham um bom desempenho, estes devem ser cuidadosamente selecionados de modo a assegurar a qualidade;
- Para que as instalações cumpram a sua missão estas devem ser executadas corretamente e verificadas de seguida, garantindo que cumprem todos os preceitos regulamentares garantes da sua funcionalidade e segurança, o que por vezes não acontece apenas com o cumprimento dos três princípios acima mencionados. (Veiga, 2010)

2.1.1. Normas e Regulamentação

A legislação existente nesta área tem como objetivo principal dar primazia à segurança das instalações, adotando um conjunto de regras e procedimentos de modo a dar resposta a todas as situações, bem como satisfazer as exigências dos seus utilizadores, ainda assim, sem nunca limitar a evolução técnica e ser um entravo no progresso, devendo sempre vislumbrar os objetivos propostos e o controlo dos resultados alcançados, permitindo um crescimento económico neste setor e um grau de excelência superior às diversas instalações. (Jesus, 2010)

As regras técnicas aplicáveis às instalações elétricas de baixa tensão são definidas conforme o decreto-lei nº 226/2005, de 28 de dezembro, e aprovadas pela portaria nº 949-A/2006, de 11 de setembro, do ministro que tutela a área da economia sob proposta do diretor-geral de Geologia e Energia.

As Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão (RTIEBT) apontam as normas para a elaboração do projeto, bem como da execução das instalações elétricas, garantindo de uma forma eficaz o seu correto funcionamento e segurança de acordo com a utilização prevista.

É de todo a legislação mais significativa no que concerne às instalações elétricas de baixa tensão, vindo reformular os Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Elétrica (RSIUUE) e o Regulamento de Segurança de Instalações Coletivas de Edifícios e Entradas (RSICEE), aprovados pelo DL 740/74, de 26 de dezembro. (RTIEBT, 2006)

Na figura abaixo (Figura 2. 1), pode-se de uma forma esquemática perceber o que anteriormente foi descrito

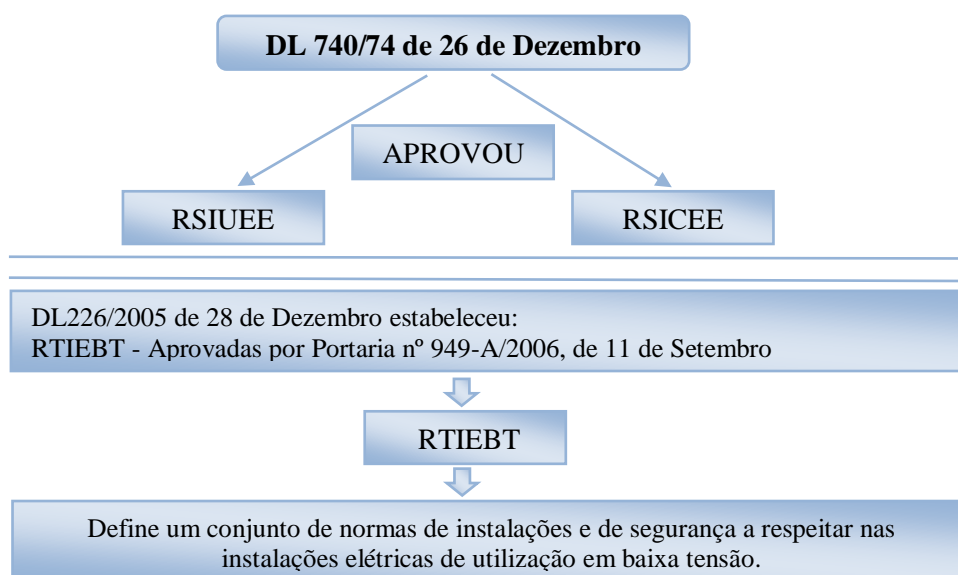


Figura 2. 1 - Resumo normalização - RTIEBT

Dada a ennumera legislação existente, apenas foi referida a principal. Contudo, existe disponível uma variedade bibliografia técnica atualizada, nomeadamente, os Guias Técnicos editados pela Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG) e a documentação normativa editada pela EDP Distribuição, acessível no site (www.edp.pt), que refere um conjunto de documentos que identificam as características, funções, regras de montagem, execução e ensaios de verificação, de alguns materiais e equipamentos em uso na EDP Distribuição.

2.1.2. Classificação das Instalações

Inicialmente, o Regulamento de Licenças para Instalações Elétricas (RLIE), era o responsável por ditar as normas responsáveis pelo licenciamento das instalações elétricas destinadas à produção, transporte, transformação, distribuição ou utilização de energia elétrica, tendo sido aprovado pelo DL 26852, de 30 de Julho de 1936.

Mas, devido a ser um processo complexo, o RLIE foi sofrendo alterações de modo a tornar o processo de licenciamento mais desburocratizado, tendo sido aprovado pelos decretos-leis 446/76, de 5 de Junho, 517/80, de 31 de Outubro, 272/92, de 3 de Dezembro, 4/93, de 8 de Janeiro e pela lei nº 30/2006, de 12 de julho.

De referir ainda, que era complementado pelo DL 517/80, de 31 de Outubro responsável por estabelecer as normas relativas às instalações de serviço particular.

Na figura seguinte (Figura 2. 2) encontram-se de uma forma resumida os aspetos mais relevantes.

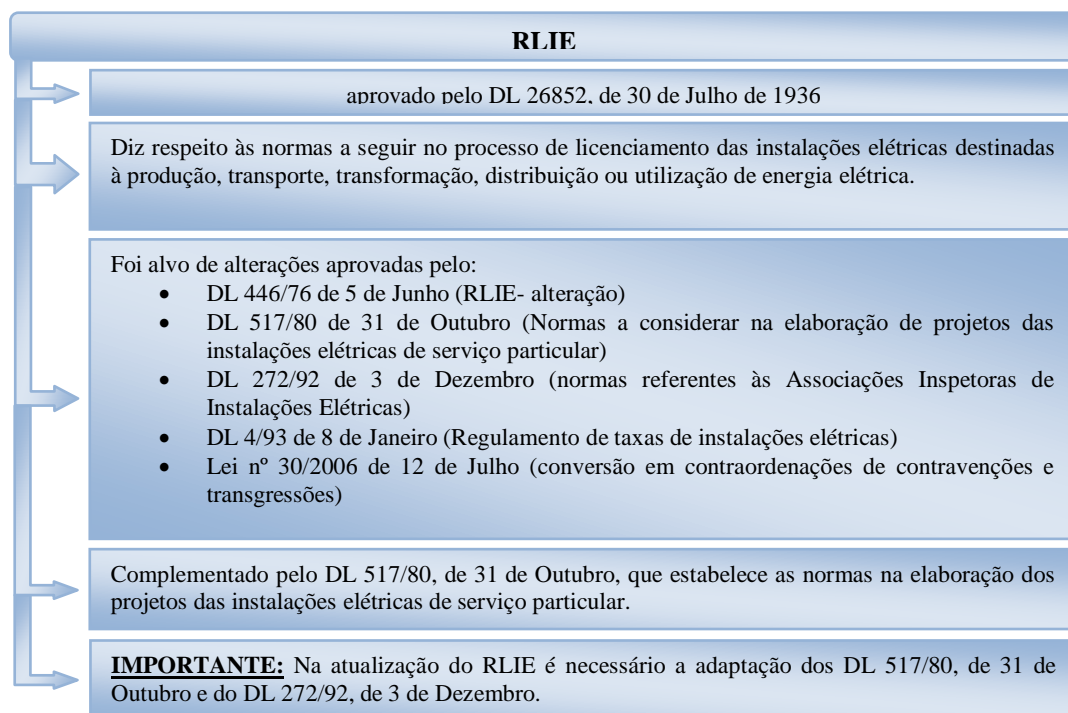


Figura 2. 2 - Resumo da classificação das instalações

Contudo, continuava a ser um processo lento e complicado, sendo criado o DL 101/2007, de 2 de Abril, de modo a atualizar o RLIE implicando adaptações dos DL 517/80, de 31 de Outubro, e DL 272/92, de 3 de Dezembro, permitindo simplificar o licenciamento das instalações eléctricas, quer de serviço público quer de serviço particular.

Considera-se uma instalação de serviço público as instalações destinadas ao transporte e distribuição de energia eléctrica com o fim de fornecer energia eléctrica a quaisquer consumidores, sendo constituídas por linhas de média e de alta tensões, subestações, postos de seccionamento, postos de transformação e redes de distribuição em baixa tensão, sendo o seu licenciamento previsto no Decreto n.º 26 852, de 30 de julho, com as alterações introduzidas pelo DL 446/76, de 5 de junho, pela Portaria n.º 344/89, de 13 de maio e pelo DL 101/2007, de 2 de abril. Por sua vez consideram-se instalações eléctricas de serviço particular as que são propriedade do consumidor, podendo ser alimentadas em baixa, média, alta e muita alta tensões.

Quanto à sua classificação, o DL101/2007, de 2 de Abril, passou a classifica-las em três categorias ao contrário do anterior decreto que as classificava em 5. A definição de cada categoria diz respeito às instalações com produção própria, às instalações alimentadas em alta tensão e às instalações alimentadas em baixa tensão. As instalações eléctricas de serviço particular dividem-se então nas seguintes categorias (Tabela 2. 1) (DL101/2007, 2007):

Tabela 2. 1 - Artigo 1º - Alteração ao Decreto-Lei nº 26 852, de 30 de Julho de 1936 (DL101/2007, 2007)

Categoria	Definição
<i>Tipo A</i>	Instalações de carácter permanente com produção própria, não incluídas no tipo C.
<i>Tipo B</i>	Instalações que sejam alimentadas por instalações de serviço público em MT, AT ou MAT.
<i>Tipo C</i>	Instalações alimentadas por uma rede de distribuição de serviço público em BT ou instalações de carácter permanente com produção própria em BT até 100 kVA, se de segurança ou de socorro.
<u>Exemplos:</u>	Instalações do Tipo A – Grupos geradores acionados por motores de combustão (de recurso ou para produção autónoma, com potência superior a 100 kVA). Instalações do Tipo B – Subestações, Postos de Seccionamento, Postos de Transformação e respetivas instalações de utilização associadas. Instalações do Tipo C – Instalações eléctricas abastecidas a partir da rede pública de distribuição em baixa tensão e instalações de carácter permanente com produção própria em baixa tensão até 100 kVA, se de segurança ou de socorro.

2.1.3. Projetos a Aprovar

Nos projetos a aprovar segundo o DL 101/2007 de 2 de Abril, considera-se relevante:

Artigo 2º - “Reclassificação das instalações eléctricas de serviço particular”

1. Todas as referências legais ou regulamentares a categorias de instalações eléctricas de serviço particular devem ser consideradas como:
 - a. De tipo A, as instalações eléctricas de 1ª categoria;

- b. De tipo B, as instalações elétricas de 2ª categoria;
 - c. De tipo C, as instalações elétricas de 3ª e 5ª categoria;
2. As instalações elétricas de serviço particular de 4ª categoria ficam integradas no tipo de classificação a que se encontrem associadas.

Artigo 3º - “Alteração ao Decreto-Lei n.º 517/80, de 31 de Outubro”

1. Os anexos I, V e VI do DL 517/80, de 31 de Outubro, alterado pelos Decretos-Leis n.ºs 272/92, de 3 de Dezembro, e 315/95, de 28 de Novembro, e pela Lei n.º 30/2006, de 11 de Julho, passam a ter a seguinte redação:

a. **“ANEXO I”**

- i. Carecem de projeto as instalações elétricas definidas no RLIE a seguir mencionadas:

1. Instalações elétricas de serviço particular do tipo A;
2. Instalações elétricas de serviço particular do tipo B;
3. Instalações elétricas de serviço particular do tipo C situadas em recintos públicos ou privados destinados a espetáculos ou outras diversões, incluindo-se, nomeadamente, teatros, cinemas, praças de touros, casinos, circos, clubes, discotecas, piscinas públicas, associações recreativas ou desportivas, campos de desporto, casas de jogo, autódromos e outros recintos de diversão;
4. Instalações elétricas estabelecidas em locais sujeitos a risco de explosão;
5. Instalações de parques de campismo e portos de recreio (marinas);
6. Instalações elétricas de serviço particular do tipo C cuja potência a alimentar pela rede seja superior a 50 kVA;
7. Redes particulares de distribuição de energia elétrica em baixa tensão e respetivas instalações de iluminação exterior;

b. **“ANEXO V”**

- i. Instalações do tipo A de potência instalada superior a 50 kVA;
- ii. Instalações do tipo B;
- iii. Instalações do tipo C de potência a alimentar superior a 50 kVA que ultrapassem os limites da propriedade privada;
- iv. Instalações estabelecidas em locais sujeitos a riscos de explosão cuja potência a alimentar pela rede seja superior a 50 kVA;
- v. Instalações dos seguintes estabelecimentos recebendo:

1. Instalações referidas na alínea 3) do anexo I cuja potência a alimentar pela rede seja superior a 50 kVA;
 2. Estabelecimentos hospitalares e semelhante do 1.º grupo;
 3. Estabelecimentos de ensino, cultura, culto e semelhantes do 1.º grupo;
 4. Estabelecimentos comerciais e semelhantes do 1.º grupo;
- vi. Instalações de estabelecimentos industriais que pertençam ao tipo C e empreguem mais de 200 pessoas ou cuja potência a alimentar pela rede seja superior a 200 kVA;
 - vii. Instalações de estabelecimentos agrícolas e pecuários que pertençam ao tipo C e cuja potência a alimentar pela rede seja superior a 200 kVA;
 - viii. Instalações de balneários que pertençam ao tipo C e cuja potência a alimentar pela rede seja superior a 50 kVA;

c. **“ANEXO VI”**

- i. Instalações do tipo A cuja potência instalada esteja compreendida entre 20 kVA e 50 kVA;
- ii. Instalações estabelecidas em locais sujeitos a riscos de explosão cuja potência a alimentar pela rede esteja compreendida entre 20 kVA e 50 kVA;
- iii. Instalações dos seguintes estabelecimentos recebendo:
 1. Instalações referidas na alínea 3) do anexo I cuja potência a alimentar pela rede esteja compreendida entre 20 kVA e 50 kVA;
 2. Estabelecimentos hospitalares e semelhante do 1.º grupo;
 3. Estabelecimentos de ensino, cultura, culto e semelhantes do 1.º grupo;
 4. Estabelecimentos comerciais e semelhantes do 1.º grupo;
- iv. Instalações de estabelecimento industriais que pertençam ao tipo C e empreguem mais de 50 pessoas ou tenham potência a alimentar pela rede compreendida entre 50 kVA e 200 kVA;
- v. Instalações de estabelecimentos agrícolas e pecuários que pertençam ao tipo C e empreguem mais de 50 pessoas ou cuja potência a alimentar pela rede esteja compreendida entre 50 kVA e 200 kVA;
- vi. Instalações de balneários que pertençam ao tipo C e cuja potência a alimentar pela rede esteja compreendida entre 20 kVA e 50 kVA;

Em resumo as instalações que carecem de projeto (Tabela 2. 2): (CERTIEL_tabela, 2013)

Tabela 2. 2 - Resumo das instalações que carecem de projeto. (CERTIEL_tabela, 2013)

Tipo de Instalação a certificar:	Já certificada? (em exploração)	Carece de Projeto Aprovado?
Instalação elétrica do tipo C em recinto público ou privado destinado a espetáculos ou outras diversões (1) (5)	Sim	Sim (2)
	Não	
Instalação elétrica estabelecida em local sujeito a risco de explosão (5)	Sim	Sim (2)
	Não	
Instalação elétrica de serviço particular do tipo C cuja potência a alimentar pela rede seja superior a 50 kVA	Sim	Sim (2)
	Não	
Instalação elétrica de parque de campismo ou porto de recreio (marina) (5)	Sim	Sim (2)
	Não	
Instalação elétrica de serviço particular do tipo C cuja potência a alimentar pela rede seja superior a 50 kVA dotada de gerador de socorro e ou segurança (7)	Sim	Sim (2) (6)
	Não	
Instalação elétrica de serviço particular do tipo C cuja potência a alimentar pela rede seja inferior a 50 kVA dotada de gerador de socorro e ou segurança	Sim	Não (6)
	Não	
Rede particular de distribuição de energia elétrica em B.T. e respetiva instalação de iluminação exterior (5)	Sim	Sim (2)
	Não	
Aumento de potência para um local comercial alimentado pelo quadro de colunas (4)	Sim	Sim (2)
	Não	
Aumento de potência para um local comercial alimentado pelo quadro de colunas, sendo agora alimentado por ramal independente (4)	Sim	Sim (2)
	Não	
Aumento de potência para um local comercial alimentado por ramal independente (4)	Sim	Dispensável (3)
	Não	Sim (2)
União de dois ou mais locais comerciais que eram alimentados por ramal independente, passando agora a um só, alimentado por ramal independente (4)	Sim	Sim (2)
	Não	
União de dois ou mais locais comerciais que eram alimentados pelo quadro de colunas, passando agora a um só, alimentado pelo quadro de colunas (4)	Sim	Sim (2)
	Não	
Modificação de um local comercial sem alteração da potência a alimentar (4)	Sim	Dispensável (3)
	Não	Sim (2)
Notas:		
Não dispensa de consulta do DL 517/80, de 31 de Outubro, Anexo I, com as respetivas alterações no DL 101/2007, de 2 de Abril, Artigo 3º, e a legislação aplicável em vigor.		
(1) Consideram-se: teatros, cinemas, praças de touros, casinos, circos, clubes, discotecas, piscinas públicas, associações desportivas ou recreativas, campos desporto, casas de jogo, autódromos e outros recintos de diversão;		
(2) A instalação que carece de certificação, deverá estar de acordo com o projeto aprovado, inicial, ou retificativo no caso de ter sido alvo de modificações;		

Tipo de Instalação a certificar:	Já certificada? (em exploração)	Carece de Projeto Aprovado?
(3) Embora careça, por decisão superior poderá ser dispensada a sua apresentação conforme comunicado: “Remodelação de instalações de utilização alimentadas por ramal próprio” (boletim Certiel março 2004), sendo válido desde que a potência a certificar seja igual ou inferior a 50 kVA;		
(4) Válida para uma instalação inserida num imóvel em que a soma da potência a alimentar, por um ou mais ramais, seja superior a 50 kVA;		
(5) Independente da potência a alimentar;		
(6) Todos os geradores carecem de certificação de exploração;		
(7) Embora o ou os geradores não carecem por si só de projeto aprovado, estes terão de fazer parte do projeto da instalação elétrica;		

2.1.4. Técnicos Responsáveis

O DL 229/2006, o D.R. n.º 227, de 24 de Novembro altera o Decreto Regulamentar n.º 31/83 de 18 de Abril, que aprova o Estatuto do Técnico Responsável por Instalações Elétricas de Serviço Particular, e derroga parcialmente o disposto na alínea e) do n.º 3 do artigo 3.º do DL2004 de 6 de Janeiro. Quanto à Competência dos técnicos responsáveis para elaboração de projeto o decreto regulamentar nº31/83, de 18 de abril atribui os seguintes níveis:

- Nível I – Aos técnicos que possam ser responsáveis pelo projeto de qualquer instalação elétrica;
- Nível II – Aos técnicos que possam ser responsáveis pelo projeto de qualquer instalação elétrica de tensão nominal inferior a 60 kV;

Aos técnicos que possam assumir a responsabilidade pela exploração das instalações elétricas de potência nominal até 250 kVA e tensão até 30 kV.

- Nível III – Aos técnicos que possam ser responsáveis pelos projetos das instalações elétricas referidas nos pontos 3 e 4 do capítulo II, artigo. 4º do referido decreto.

2.1.5. Licenciamento

Na fase de licenciamento considera-se as instalações elétricas de serviço público bem como as de serviço particular, de acordo com a sua classificação como descrito no ponto 2.1.2 (Economia, 2013).

Quanto às instalações de serviço público existem duas situações:

1. Licenciamento sem necessidade de Licença de Estabelecimento:
 - a. O distribuidor deve apresentar a documentação seguinte:
 - Requerimento;

- Projeto elétrico;
 - Declaração de autorização dos proprietários dos terrenos atravessados pela instalação elétrica, ou declaração de que se compromete a obter a respetiva autorização.
2. Licenciamento com necessidade de Licença de Estabelecimento:
- a. O distribuidor deve apresentar a documentação seguinte:
 - Requerimento;
 - Projeto elétrico (tantos exemplares quantas as entidades a consultar acrescido de 2 exemplares, um para a DRE respetiva e outro para o Distribuidor Público de Energia Elétrica) (Economia, 2013);

As instalações de serviço particular:

- Tipo A
 - a. O licenciamento deste tipo de instalação elétrica tem por objeto a emissão da autorização ou licença de exploração e tem como passos intermédios a emissão da Licença de Estabelecimento e a realização da Vistoria.
 - b. Para o licenciamento de uma instalação elétrica Tipo A, deverá ser apresentado o seguinte:
 - Requerimento de Licença de estabelecimento;
 - Projeto Elétrico, assinado por um engenheiro ou engenheiro técnico de eletrotecnia, incluindo termo de responsabilidade pela elaboração do projeto apresentado em triplicado no distribuidor público de energia elétrica.
 - A instalação só poderá entrar em exploração após a vistoria aprovativa.
 - c. Não carecem de licença de estabelecimento as seguintes instalações:
 - Centrais termoelétricas, fotovoltaicas, eólicas e outras que utilizem fontes de energias renováveis de potência não superior a 100 kVA.
 - Centrais termoelétricas de potência não superior a 100 kVA, quando de segurança ou de socorro.
 - d. Não carecem de licença de estabelecimento nem de vistoria:
 - Grupos geradores acionados por motores de combustão móveis de baixa tensão que alimentem instalações temporárias, com exclusão dos estaleiros, devidamente certificados com potência até 50 kVA e com corte geral do tipo diferencial de alta sensibilidade.
 - Centrais fotovoltaicas ou eólicas para alimentação de equipamentos alimentados em tensão reduzida de segurança cuja potência não exceda 1000 W.

- Tipo B
 - a. O licenciamento deste tipo de instalação elétrica tem por objeto a emissão da autorização ou licença de exploração e tem como passos intermédios a aprovação do projeto e a realização da Vistoria.
 - b. Para o licenciamento de uma instalação elétrica Tipo B (Subestações, Postos de Seccionamento, Postos de Transformação e as instalações de baixa tensão associadas, deverá ser apresentado o seguinte:
 - Requerimento da licença de estabelecimento;
 - Projeto Elétrico, assinado por um engenheiro ou engenheiro técnico de eletrotécnica, incluindo termo de responsabilidade pela elaboração do projeto elaborado e instruído de acordo com o art. 4º DL 517/80, de 31 de Outubro.
 - O número de exemplares do projeto e o local de entrega depende do seguinte:
 - Caso as obras estejam sujeitas a licenciamento municipal o projeto em quadruplicado deverá ser entregue na respetiva Câmara Municipal.
 - No caso de não haver necessidade de licenciamento municipal o projeto em triplicado deve ser entregue no distribuidor público que o fará chegar às Direções Regionais da Economia (DRE) (Economia, 2013).

Relativamente às instalações do tipo A, do tipo B e de serviços públicos o licenciamento é da responsabilidade das Direções Regionais da Economia – DRE (Ministério da Economia).

É ainda da responsabilidade da DRE as instalações que tenham posto de transformação próprio e ou grupo gerador independentemente da classificação da instalação.

2.1.6. Certificação das Instalações

Relativamente à certificação das instalações elétricas do tipo C, com a publicação do DL 272/92, de 3 de Dezembro (aprova as normas relativas ao funcionamento das Associações Inspetoras de Instalações Elétricas), e da portaria nº 662/96, de 14 de Novembro, e posteriormente com as alterações impostas pelo DL 101/2007, de 2 de Abril (**Alteração ao DL 272/92, de 3 de Dezembro: artigo 2º e artigo 3º**), o Estado atribuiu a responsabilidade de aprovação de projetos e certificação das instalações elétricas à CERTIEL (Associação Certificadora de Instalações Elétricas), com o reconhecimento como Associação Nacional Inspetora de Instalações Elétricas (ANIIE).

A CERTIEL tem como missão contribuir, de forma decisiva, para a qualidade das instalações elétricas, garantindo a segurança dos seus utilizadores e do público em geral, e a eficiência no consumo de eletricidade. No âmbito das diversas competências que lhe foram atribuídas em fases distintas, pelo Estado, a CERTIEL exerce as seguintes atividades de gestão e certificação:

- Às instalações do tipo C, previstas no DL 101/2007, de 2 de abril, onde se incluem as fontes centrais de segurança ou socorro até 100 kVA, as instalações coletivas e as redes particulares de distribuição estabelecidas em condomínios fechados.

As atividades da CERTIEL estão estabelecidos por intermédio de legislação própria, sendo a CERTIEL a entidade responsável por implementar as orientações que legalmente lhe estão cometidas. A CERTIEL é responsável por implementar os rumos que legalmente lhe estão conferidas, sob orientação da DGEG e é a gestora do processo de certificação das instalações. Quanto ao modo de funcionamento da certificação das instalações, estas são asseguradas por duas entidades sem fins lucrativos e de utilidade pública. São elas a CERTIEL, entidade gestora do processo de certificação sob orientação da DGEG, e pela entidade regional inspetora de instalações elétricas – ERIIE, tendo a responsabilidade de analisar os projetos e inspecionar as instalações com gestão e coordenação técnica assegurada pela CERTIEL.

A ERIIE é constituída pelo IEP – Instituto eletrotécnico Português que atua na região norte, pelo LIQ – Laboratório Industrial da Qualidade responsável pela região centro, e pelo ISQ – Instituto de Soldadura e Qualidade responsável pela área sul de Portugal.

O reconhecimento do IPAC – Instituto Português da Acreditação, pelo trabalho de ambas as entidades, é por parte da CERTIEL a garantia perante os seus clientes do cumprimento estabelecido pela norma internacional NP EN 45011 (CERTIEL, 2013).

2.1.6.1. Passos Certificação

Para proceder ao pedido de certificação de uma instalação, é necessário estar inscrito na DGEG, Direções Regionais da Economia (DRE), Ordem dos Engenheiros Técnicos (OET) ou na Ordem dos Engenheiros (OE). Pois, o pedido de certificação só é aceito por profissionais habilitados para o efeito.

Durante o processo de certificação, à que ter presente os seguintes aspetos: Condições de certificação; Requisitos; Amostragem; Inspeção; Decisão; Prazos de certificação; Custo de certificação; Confidencialidade; Reclamações;

Condições de Certificação: O técnico responsável, aquando do pedido de certificado de uma instalação, tem que garantir que esta se encontra de acordo com a legislação e está terminada,

e ainda assegurar que por parte do Distribuidor público existe viabilidade de fornecimento de energia.

Requisitos: Para o pedido de certificação, este é efetuado via suporte informático, no balcão digital e anexar a informação seguinte: identificação do técnico responsável, caso se aplique a identificação da entidade instaladora, identificação do prédio/objeto de ligação (NIP/OL) sendo este atribuído pelo distribuidor, indicação da totalidade das instalações, local da instalação que carece de certificado, dados técnicos da instalação e por fim, uma declaração de compromisso que assegure o cumprimento da legislação aplicável.

Amostragem: Quanto aos pedidos de Certificado de Exploração, estes passam por um conjunto de critérios definidos, determinando quais as instalações que irão ser alvo de inspeção ou que determina a sua aprovação. No caso em que as instalações sejam selecionadas para inspeção, será marcado um dia e hora via mensagem para o telemóvel tanto do técnico responsável como para o proprietário. As instalações que não sejam selecionadas para a inspeção, o Certificado de Exploração elétrica ficará disponível para impressão ao técnico responsável.

Inspeção: Se a instalação se encontrar em conformidade após inspeção, será disponibilizado o Certificado de Exploração no balcão digital ao técnico responsável, sendo este posteriormente entregue ao proprietário da instalação afim de se proceder ao contrato de fornecimento de energia com o distribuidor. Caso o parecer da inspeção seja desfavorável, será disponibilizado o relatório de inspeção com os pontos a corrigir no balcão digital.

Decisão: A responsabilidade de conferir a conformidade das instalações (Aprovar ou Reprovar) é da CERTIEL, com o relatório da inspeção elaborado pela ERIIE. Na apreciação, análise do relatório da inspeção constará as seguintes deliberações: Instalação Certificada, Pendente de Correção, Pendente de Aprovação, Instalação não certificada.

Instalação Certificada, instalação que cumpre toda a legislação não apresentando qualquer não conformidade sendo emitido o Certificado de Exploração.

Pendente de Correção, quando existe pequenas não conformidades. Sendo o certificado de exploração definitivo enviado, desde que o técnico responsável assegure por intermédio de uma declaração efetuada no balcão digital ou endereçada à CERTIEL que as não conformidades se encontram regularizadas.

Pendente de Aprovação, quando existe pequenas não conformidades. Sendo o certificado de exploração definitivo, os documentos solicitados na inspeção enviados, e caso ocorra a necessidade por intermédio de uma declaração que o técnico responsável assegure que as não conformidades foram corrigidas.

Instalação não Certificada, devido à existência de deficiências graves, o resultado da inspeção é desfavorável, sendo o técnico responsável notificado no balcão digital. Após correção das instalações será pedido pelo técnico responsável nova certificação.

Prazos de Certificação: Após a instalação ser certificada, o certificado de exploração de instalação elétrica é emitido num prazo máximo de 23 dias úteis a contar da data de receção do pedido, salvo exceções quando exista a necessidade de correções ou quando exista recusa de emissão do certificado (desde que exista uma razão que o justifique).

Custo de Certificação: O valor da taxa de certificação é regulado por portaria do Ministério da Economia e da Inovação.

Reclamações: Caso os requerentes pretendam efetuar alguma reclamação, está definida legalmente pela portaria nº 662/96 de 14 de Novembro, e deve ser dirigida diretamente na CERTIEL e poderá haver recurso da decisão para as Direções Regionais do Ministério da Economia e da Inovação. (CERTIEL, 2013)

2.1.6.2. Análise e Aprovação de Projetos

A CERTIEL ou as ERIIE são as entidades responsáveis por analisar os projetos, pelo que, o distribuidor de energia ou o requerente os deve enviar às referidas entidades. Deve ser enviado apenas um exemplar em papel, uma vez que a CERTIEL armazena os projetos no arquivo em formato digital, de referir que o Município poderá dispensar o exemplar em papel pois é lhe entregue em CD uma cópia do projeto aprovado.

Na análise e aprovação de projetos é importante ainda ressaltar os seguintes aspetos:

1. Condições de Certificação;
2. Elementos do projeto;
3. Processo de análise:
 - a. Análise do projeto e contacto com o técnico responsável para o esclarecimento de eventuais dúvidas ou correções a realizar;
 - b. O técnico responsável deve enviar as referidas correções num prazo máximo de 45 dias, para que as ERIIE possam emitir o seu parecer do projeto à CERTIEL;
4. Decisão:
 - a. Esta responsabilidade é da CERTIEL, dando caminho ao parecer da ERIIE com exceção da existência de um motivo justificado para a recusa do envio do certificado. Se o resultado for favorável será enviado ao técnico responsável um exemplar do projeto convenientemente validado juntamente com o Certificado de Aprovação, sendo informado o requerente e o Município da aprovação do projeto, em que o Município recebe em formato CD um exemplar do projeto. Caso o parecer de análise ao projeto seja desfavorável,

este terá de ser reformulado pelo técnico responsável e enviado novamente para análise e aprovação. (CERTIEL, 2013)

2.1.7.Elementos de um Projeto Elétrico

O projeto elétrico deve ser composto por:

- Peças escritas:
 - Documentos técnicos:
 - Documento comprovativo da identificação do técnico responsável (ex: Cartão de Cidadão);
 - Comprovativo de inscrição na Ordem dos Engenheiros - OE ou na Associação Nacional de Engenheiros Técnicos (nº5 do Art.º 7º do DL229/2006, de 24/11);
 - Declaração de projetos de Engenharia;
 - Termo de Responsabilidade;
 - Documento relativo à elaboração do projeto, assinado por um Engenheiro Eletrotécnico ou Engenheiro Técnico da especialidade eletrotécnica inscrito na DGEG, OET ou OE;
 - Ficha de identificação;
 - Ficha eletrotécnica:
 - Viabilizada pelo distribuidor com indicação do NIP;
 - Memória descritiva e Justificativa:
 - Deve conter todos os elementos e esclarecimentos necessários para dar uma ideia perfeita da natureza, importância, função e características da instalação, nomeadamente, as razões de apresentação do projeto, a localização e a constituição, a discriminação das classes e dos tipos de obras que constituem o projeto, as características e as condições de estabelecimento dos equipamentos/materiais;
 - Incluir os cálculos das diversas canalizações incluindo a verificação dos seguintes critérios: quedas de tensão, sobrecargas e curtos-circuitos;
- Peças desenhadas:
 - Planta de localização: Escala $\geq 1:25000$;
 - Planta de Implantação;
 - Restantes peças desenhadas em escala favorável (1:20, 1:50, 1:100), de modo a evidenciar com clareza todos os traçados das canalizações e indicações dos elementos indispensáveis à conveniente apreciação do seu dimensionamento, tais como:

- Alçados, cortes, desenhos de pormenor para o perfeito conhecimento das instalações projetadas;
- Rede de alimentadores e classificação de locais;
- Iluminação normal, de segurança e exterior;
- Tomadas de uso geral e alimentação a equipamentos/máquinas;
- Esquemas unifilares dos quadros elétricos, com indicação das características, aparelhos e restantes equipamentos;

Há ainda a considerar que:

- Todas peças desenhadas, devem ser rubricadas pelo técnico responsável, numeradas ou identificadas por letras ou algarismos e dobradas de acordo com as normas e regras técnicas em vigor;
- O projeto deve estar devidamente acondicionado;

2.2. Projeto de ITED

“A defesa dos interesses dos consumidores de telecomunicações passa por infraestruturas modernas, fiáveis e adaptadas aos serviços fornecidos pelos operadores públicos de comunicações eletrónicas.”(ANACOM, 2010)

2.2.1. Normas e Regulamentação

O manual RITA era inicialmente o responsável por regulamentar as infraestruturas de telecomunicações através da publicação do DL 146/87 e DL 25/87, passando depois para uma 1ª edição do manual ITED com o DL 59/2000.

Atualmente o regulamento em vigor é o manual de ITED 2ª edição, que indica quais os requisitos mínimos a garantir, no que respeita às prescrições e especificações técnicas das infraestruturas de telecomunicações em edifícios, com base nos quais desde 1988 se devem efetuar as infraestruturas para telecomunicações nos edifícios, no entanto, encontra-se em discussão pública a 3ª versão do documento (Manual ITED – Projeto da 3ª edição).

Foi por intermédio da publicação do DL 123/2009, de 21 de Maio, e em 25 de setembro através do DL 258/2009 uma nova versão do DL 123/2009, que ficou estabelecido o novo regime aplicável à construção de infraestruturas de redes de comunicações eletrónicas e redes de ITUR e ITED. Com a publicação do DL 123/2009, de 21 de maio, para além de ficar estabelecido o novo regime aplicável às redes de comunicações eletrónicas em edifícios e revogado o DL 59/2000, foi concedido mais responsabilidades ao dono de obra, projetista e instalador os quais ficam sujeitas a coimas e contraordenações.

Este novo regime estabelece ainda que a conformidade das infraestruturas é da responsabilidade do instalador através de um termo de responsabilidade, deixando de existir o regime de certificação.

O projetista deve emitir os termos de responsabilidade respetivos e disponibiliza-los ao ICP-ANACOM e ao dono de obra, nos termos previstos na alínea b), do n.º 1, do art.º 69º, do DL 123/2009, de 21 de Maio (com a redação dada pelo DL 258/2009, de 25 de Setembro), e ainda com base nas necessidades e perspetivas do dono de obra, estabelecer as arquiteturas de rede a aplicar, definir as redes de tubagens, redes de cabos, materiais, dispositivos, equipamentos passivos e ativos, devida e justificadamente dimensionados. Pois será da responsabilidade do projetista e instalador segundo art.º 66º e art.º 76º do DL 123/2009 bem como do dono de obra através do art.º 59º de DL 123/2009 a averiguação do cumprimento das normas gerais e específicas constantes das disposições legais e regulamentares aplicáveis ao projeto e à instalação das infraestruturas de telecomunicações.

Esta legislação tem em vista as orientações estratégicas para o desenvolvimento das redes de nova geração designadas RNG e ampla disponibilização de redes de fibra ótica, com introdução de novos serviços.

É importante referir que os requisitos gerais técnicos aplicam-se a todos os edifícios tendo por base as normas europeias EN 50173 e EN 50174, sejam eles novos ou a reconstruir ou ainda a edifícios que sejam alvo de alterações. De referir que as alterações referentes aos edifícios construídos estão regulamentadas segundo o art.º 83º e 84º do DL 123/2009.

As infraestruturas de carácter obrigatório a aplicar nos edifícios segundo o art.º 59º do DL 123/2009 são:

1.
 - a. Espaços destinados à instalação de tubagem;
 - b. Redes de tubagem necessárias para a instalação dos vários equipamentos, cabos e outros dispositivos;
 - c. Sistemas de cablagem para as três tecnologias nomeadamente, em pares de cobre (PC), cabo coaxial (CC), para distribuição de sinais sonoros e televisores do tipo A e em fibra ótica;
 - d. Instalações elétricas de suporte a equipamentos e sistemas de terra.
2. A obrigatoriedade de instalação dos sistemas de distribuição de sinais sonoros e televisores do tipo A, por via hertziana terrestre, é aplicável aos edifícios com dois ou mais fogos.
3. No projeto, na instalação e na utilização das ITED deve ser assegurado o sigilo das comunicações, a segurança e a não interferência entre as infraestruturas de cablagem instaladas.

4. O cumprimento das obrigações previstas no presente artigo recai sobre o dono da obra.(ACIST, 2010)

Relativamente à 3ª versão do documento (Manual ITED – Projeto da 3ª edição), surge da necessidade de dar resposta à alteração do paradigma de construção imobiliária no nosso país, com o predomínio das reabilitações de edifícios face a novas construções, à necessidade de resolver problemas, como os relacionados com os cabos nas fachadas de edifícios, fazendo em simultâneo a integração da correspondente evolução normativa europeia e procurando corresponder à expectável redução de custos. Destacando-se como alterações mais significativas:

1. Alteração da terminologia, por exemplo ATI (Armário de Telecomunicações Individual) para PDF (Ponto de Distribuição de Fogo (ou de Fração)), e ATE (Armário de Telecomunicações do Edifício) para PDE (Ponto de Distribuição de Edifício);
2. Maior racionalização e flexibilização das infraestruturas conseguida essencialmente, através da diminuição dos mínimos exigidos, ficando sempre ao critério do projetista (e, indiretamente, do dono de obra) a possibilidade de dimensionar a infraestrutura acima destes mínimos.

Nesta racionalização destacam-se algumas medidas:

- Nas cozinhas, salas e quartos, a obrigatoriedade passa de 2 tomadas de telecomunicações (TT) na tecnologia em par de cobre (PC) + 1 tomada de telecomunicações (TT) na tecnologia em cabo coaxial (CC) (manual de ITED 2ª edição) para apenas 1 TT PC + 1 TT CC (Manual de ITED – Projeto da 3ª edição);
- Na ZAP, deixa de ser obrigatória a instalação das tomadas de telecomunicações (TT) em fibra ótica (FO);

Quanto à flexibilização das infraestruturas, destaca-se a introdução de figuras como o Ponto de Distribuição Secundário (PDS) e o Ponto de consolidação, figuras estas que vão permitir ao projetista uma maior versatilidade no projeto das infraestruturas, bem como, na ZAP, a falta de obrigatoriedade de instalação das TT FO é acompanhada da obrigatoriedade de prever no espelho o espaço para a dupla TT FO, bem como espaço em tubagem para o efeito.

3. Distinção na aplicabilidade entre edifícios novos e já construídos;

O manual ITED – Projeto da 3ª edição foi concebido de modo a fazer distinção entre edificações novas (ponto 4.2 – Projeto de edifícios novos) e de edifícios já construídos (ponto 4.3 Projeto de edifícios construídos).

Para os edifícios construídos distinguiram-se os vários tipos existentes:

- Pré-RITA, sem infraestruturas de telecomunicações;

- Pré-RITA, com infraestruturas de telecomunicações;
- RITA;
- Manual de ITED 1ª edição;
- Manual de ITED 2ª edição;
- Ampliação (adição de fogos a um edifício ou de divisões a um fogo).

Além disso, destaca-se a inclusão do ponto 4.4 “Projeto de Alteração a uma tecnologia” que especifica as prescrições a aplicar em função dos três tipos de tecnologias (par de cobre (PC), cabo coaxial (CC) e fibra ótica (FO)), uma vez que, no manual de ITED 2ª edição apenas se fazia referência específica à tecnologia de FO.

4. O PDF (Ponto de Distribuição de Fogo (ou de Fração)), como centralizador da gestão da infraestrutura;

É na parte de rede individual que o PDF como centralizador assume um papel fundamental como ponto central de gestão da infraestrutura, devendo ser facultativo relativamente à questão de assumir-se como um ponto central de colocação dos equipamentos. Para servir este objetivo, a constituição do PDF com base em primários e secundários constitui uma forma adequada de flexibilidade que acontece para as tecnologias de PC e FO. Para a tecnologia de CC, quanto à constituição de primário e secundário no RC-CC (Repartidor de Cliente de Cabo Coaxial) a atenuação imposta pelo derivador do RC-CC torna-se muitas vezes crítica na gestão dos níveis de sinal, em especial quando este derivador apresenta muitas saídas. Além disso, são raras as situações em que o utilizador necessita de ter sinal disponível em todas as divisões do edifício e muito raras aquelas em que necessita desse sinal em todas as TT de CC, impondo-se desta forma um desperdício estático de sinal em TT não usadas.

O manual ITED – Projeto da 3ª edição por motivos de racionalização, prevê agora, no mínimo, a pré-instalação de apenas um repartidor no RC-CC, ao invés do manual ITED 2ª edição que previa a instalação de dois (um para CATV e outro para S/MATV).

5. Infraestruturas de telecomunicações em zonas de indisponibilidade da rede subterrânea;

A ligação das ITED às redes exteriores em zonas que não dispõem de traçados subterrâneos, é outro tema abordado no manual ITED.

2.2.2.Documentos para projeto ITED

Para a elaboração de um projeto ITED, este deve contemplar de acordo com o manual de ITED 2ª edição os seguintes documentos e ainda as fichas técnicas devidamente preenchidas contendo o nome, data e assinatura.

Caso o edifício em questão seja alvo de um projeto de alteração ou ampliação das ITED, o procedimento de alteração do projeto encontra-se definido no manual de ITED o qual é válido quando existe a necessidade de alteração de partes, ou mesmo da totalidade do projeto, devendo esta estar relacionada com a inexecutabilidade do mesmo, nomeadamente quando a funcionalidade inicialmente prevista, podendo existir motivos técnicos relacionados com uma alteração da sua finalidade, no âmbito das arquiteturas e dimensionamentos das redes de tubagem e cabos.

Cumprido o procedimento, o projetista deve assegurar o disposto nos artigos 83º e 84º do DL 123/2009, de 21 de maio, os documentos gerais para o projeto de acordo com o manual de ITED bem como o disposto no capítulo 3 ponto 3.2.13, que indica as características de adaptação dos edifícios construídos à fibra ótica.

Os documentos são:

- Fichas Técnicas, de acordo com a complexidade e necessidades do edifício;
- Memória descritiva e justificativa, devendo abranger todos os aspetos relevantes à perceção da instalação desde a sua conceção, opções tomadas, importância, função, cuidados a ter com os materiais a utilizar e proteção de pessoas e instalações;
- Planta topográfica de localização do edifício (escala $\geq 1:5000$);
- Coordenadas de localização geográfica (GPS);
- Plantas de cada um dos pisos ou secções que constituem o edifício, em escala tecnicamente adaptada à instalação, com o traçado das condutas e localização das caixas de aparelhagem, tomando em consideração a quantidade, tipo e local de instalação dos equipamentos terminais;
- As plantas devem conter ainda a localização das entradas de cabos, dos ATI, dos ATE, da PAT, caixas de passagem e o traçado das respetivas interligações;
- Inscrição nos esquemas das capacidades dos dispositivos, dimensões e tipos de condutas, e de caixas, capacidade dos cabos e classe ambiental considerada;
- Esquemas da rede de tubagens e das redes de cabos, tanto coletiva com individual;
- Quadros de dimensionamento de cabos para cada tecnologia;
- Diagramas do Repartidor geral (RG) do edifício, adaptados à correta montagem e instalação;
- Diagramas dos bastidores de cablagem estruturada, caso existam;
- Caso o edifício detenha sala técnica, indicar a respetiva planta e diagrama com a localização dos bastidores, armários e interligações;
- Esquema elétrico e de terras das ITED;
- Caderno de encargos;

- Medições, contemplando a lista de material indicando as quantidades, modelos e tipos a instalar na ITED. Pode-se indicar as marcas e os modelos, desde que se refira equipamentos com características equivalentes;
- Elaboração de orçamento de execução;
- Termo de Responsabilidade. (ANACOM, 2010)

2.2.3. Procedimento de avaliação das ITED

No que se refere ao procedimento de avaliação das ITED este é da responsabilidade do ICP – ANACOM, o qual é de caráter obrigatório por parte do instalador de acordo com os termos do artigo 105º do DL 123/2009, de 21 de Maio com a respetiva redação concebida pelo DL 258/2009, de 25 de Setembro.

O procedimento tem como função assegurar que as ITED garantem ao utilizador os serviços para os quais foi dimensionado e ainda garantir que a ligação às redes de comunicações eletrónicas do ponto de vista dos utilizadores e dos operadores é efetuada de forma segura. Segundo alínea c do nº1 do artigo 76º do DL 123/2009, de 21 de maio (com a respetiva redação concebida pelo DL 258/2009, de 25 de Setembro), é da obrigatoriedade dos instaladores garantir a conformidade das ITED em relação ao projeto e as respetivas normas técnicas vigentes. É ainda da responsabilidade do instalador realizar o registo em fichas técnicas apropriadas dos elementos que identifiquem as tubagens e a ligação dos cabos nas ITED, bem como emitir o termo de responsabilidade de execução, tornando-o disponível ao dono de obra, ao proprietário ou à administração do edifício e por fim de acordo com o previsto na alínea d do art.º 76º nº1 do DL 123, de 21 de maio (com a redação dada pelo DL 258/2009, de 25 de Setembro) ao ICP-ANACOM. (ACIST, 2010)

Para realizar a avaliação das ITED estas passam por várias fases, nomeadamente:

1. Inspeção dos elementos das ITED;
2. Registo das inspeções realizadas;
3. Realização dos ensaios;
4. Elaboração do relatório de ensaios de funcionalidade designados por REF;
5. Elaboração do termo de responsabilidade de execução.

Inspeção dos elementos das ITED: Esta fase tem como função realizar uma inspeção de caráter visual por parte do instalador aos seguintes componentes das ITED: Tubagem, cablagem e infraestruturas de suporte.

Tubagem: Relativamente à tubagem, verifica-se a localização da câmara de visita multi-operador (CVM), o número de condutas de acesso ao edifício, a localização e número de condutas, caminhos de cabos, caixas, armários e bastidores, e por fim a localização da passagem aérea de topo (PAT).

Cablagem: Relativamente à cablagem, verifica-se a constituição e ligação dos repartidores gerais (RG), o número, tipo e capacidade dos cabos instalados, as ligações entre os cabos e dispositivos, a constituição e ligação dos repartidores de cliente (RC), o número e tipo de tomadas instaladas, e por fim as antenas e a sua ligação.

Infraestruturas de suporte: Relativamente às infraestruturas de suporte, verifica-se quais os condutores de ligação à terra, quais os barramentos de ligação de terra, descarregadores de sobretensão para os cabos coaxiais, confirmar a ligação do mastro das antenas à terra, número e tipo de tomadas de energia elétrica, e por fim a proteção dos circuitos elétricos de alimentação às ITED.

Registo das inspeções realizadas: No que se refere ao registo das inspeções, estas são registadas através da elaboração de uma ficha de inspeção com os resultados obtidos da inspeção visual do ponto anterior.

Realização dos ensaios: Os ensaios respetivos ao ITED estão regulamentados no manual de ITED, devendo estes serem registados em tabelas adequadas de acordo com o tipo de cablagem e de rede, contendo a indicação das metodologias e interfaces de teste utilizados com indicação clara das medidas efetuadas. Caso o instalador não possua os equipamentos necessários para realizar as respetivas medições, este pode contratar os serviços de uma outra entidade a fim de efetuar as medições às ITED.

Elaboração do REF: Conforme preceituado no ponto 14.6 do manual ITED, o instalador ao elaborar o REF este deve registar os seguintes elementos:

- Identificação do técnico que elaborou os ensaios nomeadamente o contacto, nº de inscrição no ICPANACOM ou nas associações públicas de natureza profissional;
- Ficha de inspeção;
- Registo dos ensaios realizados;
- Especificações técnicas de referência;
- Registo da informação relativa ao equipamento utilizado indicando a marca, modelo, nº de série, data de calibração caso se aplique e também a data e hora aquando da realização das medições;
- As anomalias detetadas e as medidas para a sua correção;
- Fatores que possam influenciar o cumprimento integral do manual ITED ou do projeto;
- Cópia do projeto e de tudo o que for relevante à concretização da instalação, a qual fará parte integrante da obra.

Elaboração do termo de responsabilidade de execução: A conformidade da instalação de acordo com o manual de ITED, bem como do projeto ou do projeto de alterações, deve ser assegurada pelo instalador tendo em conta a ficha de inspeção e o registo dos ensaios realizados. (ACIST, 2010)

CAPÍTULO III – Considerações gerais na elaboração de um projeto

Na realização de um projeto tanto a nível das instalações elétricas como das ITED, existem considerações e procedimentos de cálculo semelhantes para a maioria dos edifícios.

Neste capítulo pretende-se mostrar as considerações mais importantes gerais a todas as instalações, representando a fase inicial de trabalho do estágio como ilustrado no cronograma (Tabela 1. 1) (fase 2 e 3), o qual refere o trabalho de pesquisa e estudo dos regulamentos e normas efetuado pelo estagiário antes de começar a realizar os trabalhos propostos.

Relativamente às ITED, passou-se por elaborar um resumo do manual de ITED 2ª edição, das considerações mais relevantes para proceder à elaboração do projeto.

3.1. Projeto das infraestruturas elétricas

3.1.1. Classificação de locais

De modo a que a seleção dos materiais garanta a fiabilidade das proteções e segurança, e promova o correto funcionamento das instalações, considera-se relevante o estudo das condições ambientais envolventes.

Para tal, a codificação e a classificação das influências externas de cada espaço deve ser analisada, sendo esta classificação baseada na norma IEC 60364-5-51 a qual diz respeito às influências externas a que uma instalação está sujeita e estipulada nas RTIEBT nas secções 320.2 a 323.2.

A classificação dos locais vai determinar a conceção da instalação elétrica e o tipo de equipamentos a instalar sendo efetuada de duas formas:

- Classificação dos locais quanto à sua utilização;
- Classificação dos locais considerando as influências externas;

Cada condição de influência externa é designada por um código constituído sempre por um grupo de duas letras maiúsculas e de um algarismo. (RTIEBT, 2006)

Na Tabela 3. 1 está representado a codificação das influências externas.

Tabela 3. 1 - Codificações das influências externas. (RTIEBT, 2006)

Codificações das influências externas				
Elementos constituintes do código	Significado de cada elemento	Categoria das influências		
		Ambiente	Utilização	Construção de edifícios
1ª letra do código	Categoria geral	A	B	C

2ª letra do código	Natureza da influência	A até S (17 naturezas)	A até E (5 naturezas)	A e B (2 naturezas)
Número	Classe	1 a 8	1 a 5	2 e 4

3.1.2. Índice de Proteção IP

As classes de proteção IP definidas pela norma EN 60529 representam a proteção contra a penetração de corpos sólidos e líquidos nos equipamentos elétricos, encontrando-se definidos na Tabela 3. 2. (Policabos, 2013)

Tabela 3. 2 - Índices de proteção IP, norma EN 60529 (Policabos, 2013)

Código de proteção contra a penetração de corpos sólidos e líquidos (IPXX)			
1º Algarismo: proteção contra corpos sólidos		2º Algarismo: proteção contra líquidos	
0	Sem proteção	0	Sem proteção
1	Protegido contra a penetração de corpos sólidos de diâmetro superior a 50 mm (ex: contactos involuntários da mão)	1	Protegido contra quedas verticais de gotas de água (condensação)
2	Protegido contra a penetração de corpos sólidos de diâmetro superior a 12 mm (ex: dedos da mão) mínimo exigido para a proteção contra contactos diretos	2	Protegido contra queda de gotas de água até 15º da vertical
3	Protegido contra a penetração de corpos sólidos de diâmetro superior a 2,5 mm (fios, ferramentas)	3	Protegido contra água da chuva até 60º da vertical
4	Protegido contra a penetração de corpos sólidos de diâmetro superior a 1 mm (ex: fios de pequeno diâmetro, ferramentas finas)	4	Protegido contra a projeção de água de todas as direções
5	Protegido contra a penetração de poeiras (sem depósito prejudicial)	5	Protegido contra jatos de água de chuva à lança de todas as direções
		6	Protegido contra projeções de água semelhantes a vagas do mar
6	Totalmente protegido contra a penetração de poeiras	7	Protegido contra efeitos de imersão
		8	Protegido contra os efeitos de imersão prolongada sob pressão

3.1.3. Referências Índice de Proteção IK

O índice de proteção IK de acordo com a norma EN 62262 representa a proteção contra choques mecânicos externos ou seja, representa a resistência aos impactos mecânicos que um equipamento ou material pode suportar.

Na Tabela 3. 3 está representado o valor de código de IK que está delimitado entre 0 e 10 em que cada algarismo representa um valor máximo em Joules a que um equipamento ou material está sujeito, sem modificar as suas características.

Tabela 3. 3 - Índice de proteção IK. Norma EN 62262 (SOMATICA, 2013)

Códigos de proteção contra ações mecânicas (IK XX)		
Algarismos	Energia de impacto protegida	Massa do corpo (em gramas) que produz a energia de impacto numa queda de 1 metro de altura
00	Não protegido	-
01	0,15 Joule	15
02	0,20 Joule	20
03	0,35 Joule	35
04	0,50 Joule	50
05	0,70 Joule	70
06	1,00 Joule	100
07	2,00 Joule	200
08	5,00 Joule	500
09	10,00 Joule	1000
10	20,00 Joule	2000

3.1.4. Seleção dos Equipamentos

A seleção dos equipamentos em função das condições de serviço e das influências externas está descrito na secção 512 das RTIEBT, em que todos os quadros das características dos equipamentos em função das condições a que estão submetidos estendem-se do quadro 51A-AA até ao quadro 51A-CB. (RTIEBT, 2006)

3.1.5. Proteção mecânica

As condutas devem ter diâmetro ou dimensões da secção reta de modo a permitir o fácil enfiamento e desenfiamento dos condutores isolados ou dos cabos.

No caso de serem utilizados cabos ou outros condutores isolados, o diâmetro ou as dimensões da secção reta das condutas devem ser determinados de modo que a soma das secções correspondentes ao diâmetro exterior médio máximo dos condutores isolados ou cabos não exceda 20% da secção reta interior da conduta. (RTIEBT, 2006)

Os tubos que podem ser considerados para o efeito são os seguintes:

- **PEAD**
 - a. Tubo de dupla parede – interior liso e exterior corrugado de cor vermelha;
 - b. Indicado para instalações embebidas em elementos da alvenaria ou em betão e em instalações enterradas, designadamente em travessias;

- c. Material – Polietileno de alta densidade;
- d. Índice de proteção às ações mecânicas – IK08.
- **VD**
 - a. Tubo rígido liso livre de halogéneos. Indicado para instalações embebidas em elementos da alvenaria e em instalações à vista;
 - b. Material – Policloreto de Vinilo (PVC);
 - c. Índice de proteção às ações mecânicas – IK07.
- **ERM**
 - a. Tubo flexível liso auto extingüível. Indicado para instalações embebidas em elementos da alvenaria ou em betão e sobre o teto falso;
 - b. Material – Polietileno;
 - c. Índice de proteção às ações mecânicas – IK08. (Veiga, 2010)

3.1.6. Canalizações

As condições regulamentares gerais das canalizações estão definidas na secção 52 das RTIEBT bem como as designações de condutores e cabos segundo o HD 361, sendo estas concebidas de modo a cumprir os critérios regulamentados, os quais dizem respeito à segurança de pessoas e bens, prevenção de riscos de incêndios devido ao aquecimento dos condutores, prevenção de risco de deterioração devido às solicitações mecânicas e por fim à prevenção dos riscos elétricos relacionados com as correntes.

A seleção das canalizações devem ter em conta os princípios fundamentais (secção 13-131.3) e a seleção e instalação em função das influências externas (secção 522). De referir que as regras relativas aos tipos de canalizações estão definidas na secção 521 das RTIEBT.

De modo a que o seu dimensionamento seja efetuado corretamente, considera-se a natureza dos locais, natureza das paredes e outros elementos de construção, solicitações eletromecânicas presumíveis em caso de curto-circuito e a proteção contra influências externas.

A escolha da secção dos condutores deve observar a temperatura admissível nos condutores e a queda de tensão admissível. A secção dos condutores obedece conforme preceituado na secção 524 quadro 52J (Tabela 3. 4). (RTIEBT, 2006)

Tabela 3. 4 - Quadro 52J - Secção mínima dos condutores. (RTIEBT, 2006)

Natureza das canalizações		Utilização do circuito	Condutores	
			Material	Secção (mm ²)
Instalações fixas	Cabos e condutores isolados	Potência e iluminação	Cobre	1,5
			Alumínio	2,5 (1)
		Sinalização e comando	Cobre	0,5 (2)

Natureza das canalizações		Utilização do circuito	Condutores	
			Material	Secção (mm ²)
	Condutores nus	Potência	Cobre	10
			Alumínio	16
		Sinalização e comando	Cobre	4
Ligações flexíveis por meio de cabos ou de condutores isolados		Para um dado aparelho	Cobre	(3)
		Para todas as outras aplicações	Cobre	0,75 (4)
		Circuitos de tensão reduzida para aplicações especiais	Cobre	0,75
(1) - Os ligadores usados para as ligações de condutores de alumínio devem ser ensaiados e aprovados para esse fim específico. Em Portugal, não são, na prática, utilizados condutores em alumínio de secção inferior a 16 mm ² .				
(2) – Admite-se a secção mínima de 0,1 mm ² para os circuitos de sinalização e de comando destinados a aparelhos eletrónicos.				
(3) – De acordo com a norma desse aparelho.				
(4) – Admite-se a secção mínima de 0,1 mm ² nos cabos flexíveis com pelo menos 7 condutores para os circuitos de sinalização e comando destinados a aparelhos eletrónicos.				

A queda de tensão entre a origem da instalação e qualquer ponto de utilização, expressa em função da tensão nominal da instalação, não deve ser superior aos valores indicados na tabela seguinte (Tabela 3. 5):

Tabela 3. 5 - Quedas de tensão máximas admissíveis - Quadro 520. (RTIEBT, 2006)

Utilização	Iluminação	Outros usos
A – Instalações alimentadas diretamente a partir de uma rede de distribuição (pública) em baixa tensão	3%	5%
B – Instalações alimentadas a partir de um posto de transformação MT/BT ⁽¹⁾	6%	8%
(1) – Sempre que possível, as quedas de tensão nos circuitos finais não devem exceder os valores indicados para a situação A. As quedas de tensão devem ser determinadas a partir das potências absorvidas pelos aparelhos de utilização com os fatores de simultaneidade respetivos ou, na falta destes, das correntes de serviço de cada circuito.		

De salientar a existência de três condutores num circuito, nomeadamente a fase, neutro e terra, e que o condutor neutro não deve ser comum a diversos circuitos.

Relativamente às ligações à terra e condutores de proteção estes estão estabelecidos na secção 54 das RTIEBT, em que a secção convencional dos condutores de terra está definida no quadro 54A, e a secção dos condutores de proteção não deve ser inferior aos valores indicados no Quadro 54F, as quais estão indicadas na secção 543.1.2 das RTIEBT. (RTIEBT, 2006)

Resumidamente para o dimensionamento das canalizações considera-se:

Definição da canalização:

- **Quadro 52F (secção 521.1), Quadro 52A (secção 523.1.1) e secção 522**
 - a. É feita em função dos tipos, características da construção civil, influências externas e temperatura máxima do isolamento;
- **Instalação das canalizações – Quadro 52G (secção 521.2)**
 - a. Este quadro estabelece a referência (REF^a), em função da situação e modo de instalação das canalizações;
- **Modo de instalação – Quadro 52H (secção 521.3)**
 - a. A referência em função da designação da canalização estabelece o método de REF^a;
- Através do método de referência, os Quadros 52-C1 a 52-C14 indicam as correntes admissíveis para canalizações não enterradas, e para as canalizações enterradas estão estabelecidas no quadro 52-C30. As quais respeitam o anexo III – parte 5 das RTIEBT. (RTIEBT, 2006)

3.1.7. Quadros elétricos

De acordo com a legislação em vigor, nomeadamente a secção 251.6 das RTIEBT e a norma IEC 61439 a qual substitui e anulou a IEC 60439 de 2004, o quadro elétrico é constituído por um conjunto de equipamentos, convenientemente agrupados, incluindo as suas ligações, estruturas de suporte e invólucro, destinado a proteger, comandar ou controlar as instalações elétricas. Poderá ser igualmente usado o termo “conjuntos de aparelhagem” como definido na secção 558 das RTIEBT. (Fernandes, 2009)

Os quadros são compostos por vários equipamentos que fazem parte da sua conceção incluindo o invólucro, são eles nomeadamente:

- Dispositivos de Proteção Contra Sobreintensidades;
- Dispositivos de Proteção Contra Contactos Indiretos;
- Aparelhos de Comando;
- Aparelhos de Seccionamento;
- Aparelhos de Sinalização.

Os invólucros têm como função principal garantir a proteção dos utilizadores das instalações onde estarão instalados, bem como dos equipamentos constituintes do quadro em questão. (Fernandes, 2009)

Quanto aos equipamentos estes estão regulamentados nas RTIEBT na secção 237 que os classifica relativamente à proteção contra os choques elétricos, os quais estão representados na Tabela 3. 6.

Tabela 3. 6 - *Quadros elétricos - classificação relativa à proteção contra os choques elétricos. (RTIEBT, 2006)*

<i>Equipamento da classe 0</i>	Equipamento em que a proteção contra os choques elétricos é garantida, apenas, pelo isolamento principal. Para os equipamentos da classe 0 não é prevista qualquer medida para a ligação das eventuais partes condutoras acessíveis a um condutor de proteção que faça parte das canalizações fixas da instalação. A proteção, em caso de defeito do isolamento principal, é garantida pelas características do local onde o equipamento se encontrar instalado.
<i>Equipamento da classe I</i>	Equipamento em que a proteção contra os choques elétricos não é garantida, apenas, pelo isolamento principal. Para os equipamentos da classe I é prevista uma medida de segurança complementar, por meio da ligação das partes condutoras acessíveis a um condutor de proteção ligado à terra e que faça parte das canalizações fixas, para que as partes condutoras acessíveis não possam tornar-se perigosas em caso de defeito do isolamento principal.
<i>Equipamento da classe II</i>	Equipamento em que a proteção contra os choques elétricos não é garantida, apenas, pelo isolamento principal. Para os equipamentos da classe II são previstas medidas complementares de segurança, tais como o duplo isolamento ou o isolamento reforçado. Estas medidas não incluem meios de ligação à terra de proteção e não dependem das condições de instalação.
<i>Equipamento da classe III</i>	Equipamento em que a proteção contra os choques elétricos é garantida por meio de uma alimentação à tensão reduzida de segurança (TRS) ou à tensão reduzida de proteção (TRP) e no qual não são originadas tensões superiores às do limite do domínio I.

Relativamente ao barramento, este é dimensionado de modo a garantir em funcionamento normal a intensidade de corrente definida para as várias canalizações, correntes de curto-circuito e os esforços térmicos e eletromecânicos associados.

O barramento é composto normalmente por barras de cobre eletrolítico, com constituição de acordo com o nº de fases, neutro e terra, pintados nas cores regulamentares, e adequadas a uma intensidade de corrente não inferior a 1,5 vezes o calibre do interruptor de entrada.

Nos postos de transformação, por razões de ordem mecânica e ligadas a outros serviços, no lado da média tensão não se empregam aparelhos e barramentos com corrente estipulada inferior a 200 A. (Silva, et al., 2009)

Os aparelhos e barramentos têm intensidades estipuladas de 200, 400 e 630 A.

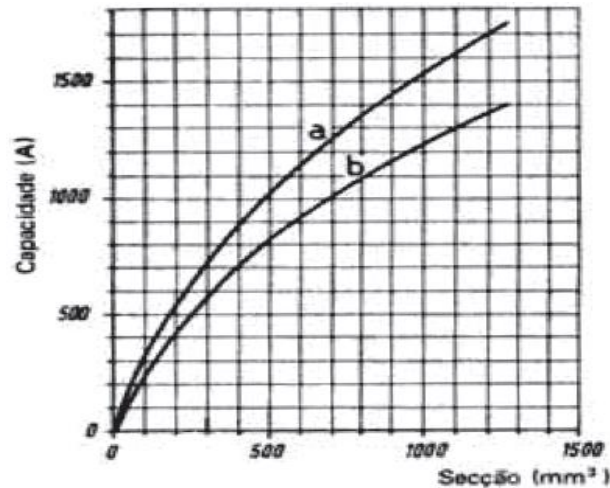
Verificação da densidade de corrente:

Figura 3. 1 – Capacidade de condução de corrente para barras de cobre (curva a) e de alumínio (curva b) (Silva, et al., 2009)

$$d = \frac{I_{m\acute{a}x}}{S} \quad [1]$$

Em que:

d – densidade de corrente (A/mm^2)

s – área da secção reta do barramento (mm^2)

As densidades de corrente devem ser respeitadas para que não se ultrapassem as temperaturas máximas de regime permanente, ou seja de modo a garantir que a densidade de corrente seja dimensionada na base de aplicação de uma densidade de corrente de $2 A/mm^2$, a fim de garantir a proteção das massas. Observe-se a Figura 3. 1 em conjunto com a equação 1. (Silva, et al., 2009)

Quanto ao dimensionamento dos quadros elétricos, é importante ter em consideração os efeitos térmicos e eletromagnéticos da corrente de curto-circuito prevista para a alimentação de cada quadro, para assim conseguir definir qual o poder de corte dos equipamentos, bem como garantir a seletividade da instalação, as quais estão regulamentadas nas RTIEBT dizendo respeito:

- **Proteção das instalações**

- a. Curto-circuito

- Através de disjuntor ou fusível;
- O defeito associado à corrente de curto-circuito (I_{CC}) dá-se devido ao aumento repentino da temperatura nos condutores, para tal a sua atuação tem que ser rápida de modo a evitar que esta ultrapasse o limite a que o isolamento pode estar sujeito;

- **Proteção de Pessoas:**

- Proteção contra os choques elétricos, definidas na secção 41 das RTIEBT:
 - Proteção contra contactos diretos;
 - Proteção contra contactos indiretos;
- Proteção contra os efeitos térmicos, definidas na secção 42 das RTIEBT;
- Proteção contra sobreintensidades, definidas na secção 43 das RTIEBT;
- Proteção contra as correntes de defeito;
- Proteção contra as sobretensões; (Fernandes, 2009)

Os quadros devem ser equipados com um aparelho de corte geral, devendo este garantir o corte simultâneo de todos os condutores ativos sem danificar os vários equipamentos, sendo o valor da corrente para o corte geral no mínimo idêntica ao previsto na instalação, estando dimensionado em $1,25 \times I_n$.

Quanto ao dispositivo diferencial, este é concebido de modo a fazer a deteção de correntes diferenciais e para o corte das correntes do circuito nas condições normais e nas situações de defeito, de acordo com a secção 531.2 das RTIEBT.

O valor estipulado da corrente diferencial residual ($I_{\Delta n}$) do dispositivo diferencial, deve ser adequada ao valor da resistência de terra. Para o efeito deve ser tido em conta a tabela de equipamentos diferenciais (Tabela 3. 7). (CERTIEL, 2013)

Estes valores devem ser reduzidos a metade quando a tensão limite convencional for $U_L=25V$ conforme definido na secção 481.3.

Tabela 3. 7 - $I_{\Delta n}$ Valor da resistência de terra e Corrente estipulada para os diferenciais (Nogueira, 2008)

Aparelhos diferenciais e os valores máximos da Resistência de Terra				Correntes estipuladas para os diferenciais
Sensibilidade	$I_{\Delta n}$	Resistência de terra máxima (Ω) (($U_L = 50 V$))	Resistência de terra máxima (Ω) (($U_L = 25 V$))	I_n (A)
Baixa sensibilidade	20 A	2,5	1,25	25
	12 A	5	2,5	
	6 A	10	5	
	3 A	17	8,3	
	1 A	50	25	
Média sensibilidade	500 mA	100	50	63
	300 mA	167	83,3	
	100 mA	500	250	
Alta sensibilidade				80
	30 mA	1670	833	
	12 mA	4170	2083	
	6 mA	8330	4167	

Sempre que os circuitos possuírem as características seguintes deverão ser protegidos por dispositivos diferenciais com $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ (alta sensibilidade):

- Alimentem equipamentos ou tomadas em casas de banho onde se possa tomar banho;
- Alimentem equipamentos ou tomadas junto a piscinas;
- Alimentem equipamentos em saunas;
- Alimentem equipamentos junto a fontes decorativas;
- Alimentem tomadas onde possam ser ligados equipamentos que funcionem no exterior;
- Alimentem tomadas que estejam acessíveis em: infantários, escolas, hospitais, lares ou similares;
- Alimentem tomadas localizadas em grandes explorações agrícolas ou pecuárias; (CERTIEL, 2013)

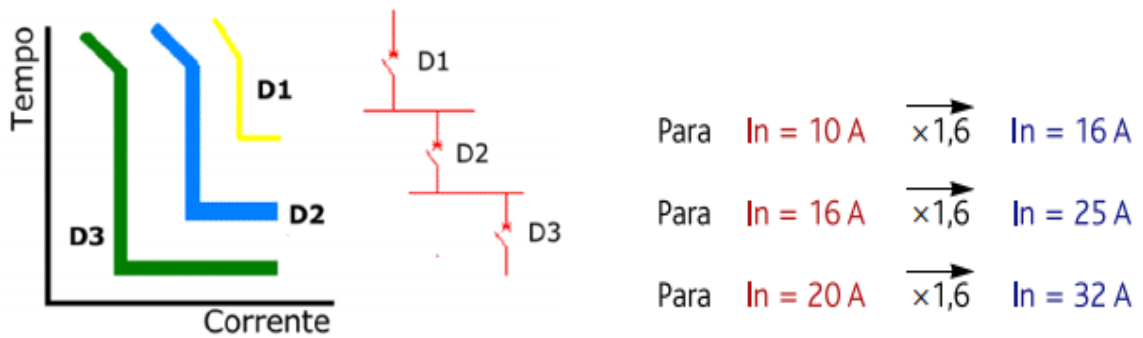
Como referência e tendo em conta a natureza do circuito devem-se respeitar as secções mínimas (de acordo com a Tabela 3. 4) e proteções indicadas na tabela seguinte (Tabela 3. 8).

Tabela 3. 8 - Natureza dos circuitos e secções mínimas (CERTIEL, 2013)

Natureza dos circuitos	Secção [mm ²]	I_n do disjuntor [A]
Iluminação	1,5	10
Tomadas	2,5	16
Termoacumuladores	2,5	16
Máquinas de lavar roupa, de secar e de lavar loiça	2,5	16
Fornos e placas ⁽¹⁾	4	20
Climatização ambiente	2,5	16
<u>Nota:</u> (1) – no caso de aparelhos cuja alimentação não esteja prevista ser através de ficha com corrente estipulada igual ou inferior a 16 ^a		

Durante a realização do estágio, o valor adotado para o cálculo do dispositivo diferencial foi: $2,5 \times I_n$ (do maior disjuntor).

Relativamente à seletividade entre dispositivos de proteção contra sobreintensidades considera-se (Figura 3. 2).



Selectividade total entre 3 disjuntores

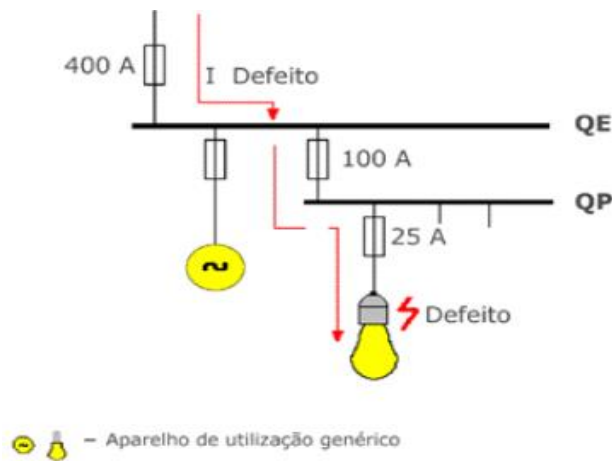


Figura 3. 2 - Seletividade entre dispositivos de proteção contra sobrecorrentes (Ficha-Técnica_16, 2006)

Quanto à seletividade entre dispositivos diferenciais estes estão de acordo com a secção 539.3 das RTIEBT.

Para os dispositivos diferenciais que satisfaçam as regras indicadas nas normas EN 61008 e EN 61009, a corrente diferencial-residual de funcionamento estipulada do dispositivo colocado a montante não deve ser inferior a duas vezes a do dispositivo colocado a jusante, como ilustrado na Figura 3. 3. (Ficha-Técnica_12, 2005)

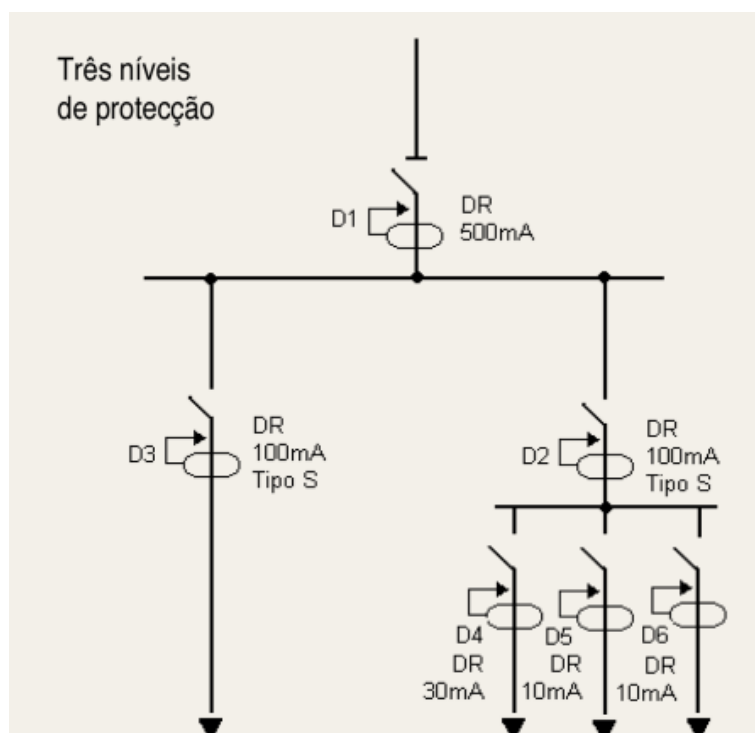


Figura 3. 3 - Seletividade entre dispositivos diferenciais (Ficha-Técnica_12, 2005)

Considera-se ainda que os quadros elétricos devem ser munidos de reservas para tornar a instalação mais flexível para uma futura remodelação/ampliação, a existência do esquema elétrico indicando todos os circuitos, bem como a proteção, a secção da canalização e a indicação das áreas alimentadas pelo respetivo quadro.

Outro aspeto importante é localização respetiva de cada quadro influenciada pelos índices de proteção IP e IK uma vez que, a escolha do invólucro depende deste fator, permitindo assim melhorar a instalação tanto a nível económico como técnico.

3.1.8. Dimensionamento

O procedimento a adotar para o dimensionamento de qualquer canalização (com a proteção assegurada através de fusíveis ou disjuntores), e para o dimensionamento das instalações (considerando os aspetos referidos nos pontos anteriores, nomeadamente o ponto 3.1.6 que refere as condições relativas à canalização (definição da canalização), e o ponto 3.1.7 respeitante aos quadros elétricos), é o seguinte:

1º Corrente de serviço:

A Corrente de serviço de um circuito segundo a secção 252.1 das RTIEBT, diz respeito à corrente destinada a ser transportada por um circuito em serviço normal, a qual é determinada através da equação 2.

$$I_b = \frac{S}{\sqrt{3} \times U_C} \quad (A) \quad [2]$$

Em que:

I_b – Corrente de serviço do circuito (A)

S – Potência aparente absorvida (kVA)

U_C – Tensão nominal composta (V)

Mas, devido à constante utilização desta equação (equação 2), por forma a tornar o seu cálculo mais rápido definiu-se uma constante do seguinte modo:

$$U_C = 400 \text{ V}; \frac{1000}{\sqrt{3} \times U_C} = 1,44$$
$$I_b = 1,44 \times S \quad (A) \quad [3]$$

Considerando a equação 2 e substituindo os valores da tensão nominal composta (U_C) e da potência aparente absorvida (S) na equação 3, estabelece-se uma constante de valor 1,44 a qual multiplicada pela potência total dá o valor da corrente de serviço do circuito (I_b (A)).

2º Proteção contra sobreintensidades:

A proteção contra sobreintensidades de acordo com a secção 43, bem como as medidas de proteção contra as sobreintensidades segundo a secção 473 das RTIEBT, deve garantir que os condutores ativos devem ser protegidos contra as sobrecargas (de acordo com a secção 433 e a seleção dos dispositivos de proteção deve respeitar a secção 533.2), satisfazendo simultaneamente a equação 5 e contra os curtos-circuitos de acordo com a secção 434, por um ou mais dispositivos de corte automático, devendo a proteção contra as sobrecargas ser coordenada com a proteção contra os curtos-circuitos, de acordo com o indicado na secção 435.

Devem ser previstos dispositivos de proteção que interrompam as correntes de curto-circuito antes que estas se possam tornar perigosas em virtude dos efeitos térmicos e mecânicos que se produzam nos condutores e nas ligações, de modo a definir o poder de corte do dispositivo.

A determinação das correntes de curto-circuito presumidas devem ser determinadas, por cálculo ou por medição, em todos os pontos das instalações julgados necessários.

Após determinado o valor das correntes admissíveis da canalização ($I'z$), é ainda necessário considerar fatores de correção a aplicar devido às condições de instalação, as quais variam consoante a temperatura ambiente, temperatura do solo, agrupamento de cabos de acordo com o método de referência e por fim devido à resistividade do solo. (RTIEBT, 2006)

De acordo com a equação 4 determina-se o valor final da corrente admissível da canalização ($I_Z(A)$).

$$I_Z = I'_Z \times K_1 \times K_2 \times K_3 \quad [4]$$

Em que:

I_Z – Corrente da canalização – [A]

I'_Z – Corrente admissível da canalização – [A]

K_1 – Correção devida ao modo de colocação

K_2 – Correção associada à temperatura ambiente

K_3 – Correção para o estabelecimento de forma agrupada de condutores e cabos

Os fatores de correção a considerar encontram-se regulamentados nas RTIEBT definidas da seguinte forma:

- **Fatores de correção com a temperatura ambiente**
 - a. Quadro 52 – D1 e Quadro 52 – D2;
- **Fatores de correção para agrupamentos de condutores ou de cabos**
 - a. Quadro 52 – E1 ao Quadro 52 – E5
- **Fatores de correção com a resistividade térmica do solo**
 - a. Quadro 52 – E6

Estando definido o valor da corrente de serviço (I_b), bem como o valor da corrente da canalização (I_Z), e de acordo com a relação de grandezas (Figura 3. 4), estabelece-se as características de funcionamento dos dispositivos de proteção das canalizações contra as sobrecargas, satisfazendo simultaneamente as condições impostas pela equação 5.

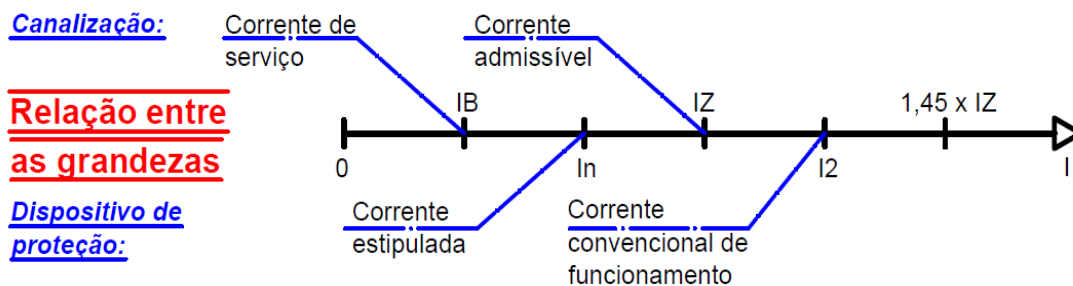


Figura 3. 4 - Esquema para o dimensionamento das canalizações elétricas (DGGE, et al., 2006)

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$$I_2 \leq 1,45 \times I_Z$$

[5]

Os valores convencionais dos dispositivos de proteção são selecionados através da Tabela 3. 9 e da Tabela 3. 10, as quais correspondem aos valores de correntes convencionais de disjuntores e fusíveis, necessárias para o referido cálculo.

Tabela 3. 9- Correntes estipuladas e correntes convencionais dos disjuntores (Nogueira, et al., 2008)

I_N (A)	I_{NF} (A)	I_2 (A)
2	-	-
4	-	-
6	6,3	8,1
8	8,4	10,8
10	10,5	13,5
12	12,6	16,2
16	16,8	21,6
20	21	27
25	26,3	33,8
32	33,6	43,2
40	42	54
50	53	68
63	66	85
80	84	108
100	105	135
125	131	169
160	168	216
200	210	270
250	263	338
315	331	425
400	420	540
500	525	675
630	662	851
800	840	1080
1000	1050	1350
1250	1313	1688
1600	1680	2160
2000	2100	2700
2500	2625	3375

Tabela 3. 10 - Correntes estipuladas e correntes convencionais dos fusíveis (Nogueira, et al., 2008)

I_N (A)	I_{NF} (A)	I_2 (A)
2	3	4
4	6	8
6	9	11
8	12	15
10	15	19
12	18	23
16	24	30
20	25	32
25	31	40
32	40	51
40	50	64
50	63	80
63	79	101
80	100	128
100	125	160
125	156	200
160	200	256
200	250	320
250	313	400
315	394	504
400	500	640
500	625	800
630	788	1008
800	1000	1280
1000	1250	1600
1250	1500	2000

3º Queda de Tensão:

O cálculo da queda de tensão foi efetuado atendendo à equação 6 simplificada.

$$\Delta U = \frac{B \times I_b \times L \times \cos \rho}{s} \quad [6]$$

Em que:

ΔU – Queda de tensão – [V]

I_B – Corrente de serviço – [A]

L – Comprimento – [m]

s – Secção – [mm²]

ρ – Resistividade – [cobre. 0,0225; alumínio . 0,036]

$\cos \varphi$ – fator de potência (1)

B – coeficiente (1), para circuitos trifásicos

4º Corrente de curto-circuito:

As instalações que são alimentadas a partir de um posto de transformação (PT), o método de cálculo adotado para determinar qual o poder de corte dos equipamentos de proteção contra curto circuitos, está conforme a Tabela 3. 12. Quanto aos valores normalizados de impedâncias de transformadores, os quais são necessários para a cálculo do poder de corte dos equipamentos de proteção, estão definida na Tabela 3. 11.

Tabela 3. 11 - Tabela normalizada de impedâncias de transformadores

Tensão	220 V				380 V			
	u_{CC}	R_{TR} (mΩ)	X_{TR} (mΩ)	Z_{TR} (mΩ)	u_{CC}	R_{TR} (mΩ)	X_{TR} (mΩ)	Z_{TR} (mΩ)
25	4%	59,7	60	84,6	4%	179	183	256
50	4%	23,5	35,2	42,3	4%	70,3	107	128
100	4%	9,3	19	21,2	4%	28	57,5	64
160	4%	4,9	12,3	13,2	4%	14,7	37,2	40
200	4%	3,8	9,87	10,6	4%	11,4	29,9	32
250	4%	2,77	8,00	8,46	4%	8,3	24,2	25,6
315	4%	2,1	6,38	6,72	4%	6,28	19,3	20,3
400	4%	1,6	5,04	5,29	4%	4,6	15,3	16
500	4%	1,27	4,04	4,23	4%	3,52	12,3	12,8
630	4%	0,93	3,23	3,36	4%	2,62	9,82	10,16
800	5,5%	1,00	3,50	3,64	4,5%	2,55	8,63	9
1000	6%	0,74	3,08	3,17	5%	1,94	7,76	8

Tabela 3. 12 - Procedimento de cálculo das I_{cc} para instalações com PT

Valores a considerar:		
Zona da instalação	Resistências (mΩ)	Reatâncias (mΩ)
1º Rede a montante	$R_1 = Z_1 \times \cos \varphi \times 10^{-3}$ Em que: $\cos \varphi = 0,15$ $Z_1 = \frac{U^2}{P_{CC}} (350 \text{ MVA})$	$X_1 = Z_1 \times \sin \varphi \times 10^{-3}$ Em que: $\sin \varphi = 0,98$
2º Transformador	$R_2 = \left(W_c \times \frac{U^2}{S^2} \right) \times 10^{-3}$ Em que: W_c = Perdas no cobre (W)(4) $S = \text{Potência aparente do transformador (kVA)}$	$X_2 = \sqrt{Z_2^2 - R_2^2}$ Em que: $Z_2 = \left(\frac{U_{CC}}{100} \right) \times \left(\frac{U^2}{S} \right)$ U_{CC} – tensão de curto circuito do transformador (em %)
3º Alimentação a quadros (cabos)	$R_3 = \frac{\rho \times L}{S}$ Em que: $\rho = 22,5 \text{ (Cu) ou } 39 \text{ (Al)}$ L em m S em mm ²	$X_3 = 0,008 \times L$ (cabo trifásico) $X_3 = 0,12 \times L$ (cabo unipolar) Em que: L – comprimento em metros
4º Barramento dos quadros (barras de cobre)	$R_4 = \frac{\rho \times L}{S}$ Em que: $\rho = 22,5 \text{ (Cu) ou } 39 \text{ (Al)}$ L em m S em mm ²	$X_4 = 0,15 \times L$ L em m
5º Cortes gerais dos quadros	Valores desprezáveis	Valores desprezáveis
6º Cálculo da I_{CC} em kA	$I_{CC} = \frac{U_0}{\sqrt{3} \times \sqrt{R_t^2 + X_t^2}}$ com U_0 – tensão em vazio (400 V ou 230 V) R_t e X_t expressos em mΩ	

5º Esforços eletrodinâmicos:

Os esforços eletrodinâmicos são resultantes dos curto-circuitos nos barramentos dos quadros elétricos, em que não só a temperatura, como os esforços eletrodinâmicos, causam danos irreparáveis nos equipamentos. Sendo assim, é necessário fazer uma seleção indelével dos equipamentos a utilizar.

Os esforços eletrodinâmicos são calculados tendo em conta o que foi descrito no ponto 3.1.7, que refere que o barramento é adequado a uma intensidade de corrente não inferior a 1,5

vezes o calibre do interruptor de entrada, bem como a sua capacidade de resistir aos esforços a que está sujeito em caso de correntes de curto-circuito.

Em primeiro lugar, começa-se por definir qual o barramento a usar de acordo com a corrente prevista no quadro e a prevista evolução para a instalação, sendo a corrente do quadro determinada como referido anteriormente (ponto 3.1.8. **1º Corrente de serviço**). Posto isto, é necessário determinar qual a corrente máxima admitida pelo barramento, em caso de curto-circuito, designada por corrente de pico do curto-circuito - I_P (equação 7), sendo este o ponto em que o barramento está sujeito a um maior esforço eletrodinâmico.

Como se trata de quadros elétricos em baixa tensão, a equação 7 é afetada de uma constante de valor 1,8. (Fernandes, 2009)

$$I_P = 1,8 \times \sqrt{2} \times I_{CC} \text{ (kA)} \quad I_P = 1,8 \times \sqrt{2} \times I_{CC} \text{ (kA)} \quad [7]$$

Em que:

I_P – corrente de pico do curto – circuito (kA)

I_{CC} – corrente de curto – circuito (kA)

Posto isto, determina-se a força eletrodinâmica exercida entre os perfis (equação 8), a qual é percorrida pela corrente de pico do curto-circuito (I_P). (Silva, et al., 2009)

$$F_e = 0,02 \times I_P^2 \times \frac{l}{d} \text{ (kgf)} \quad [8]$$

Em que:

F_e – força eletrodinâmica (kgf)

I_P – corrente de pico (kA)

l – distância entre dois apoios (suporte do barramento) consecutivos (cm)

d – distância entre duas fases adjacentes (cm)

Da aplicação desta força, resulta o momento fletor (equação 9) que representa a interferência de forças exteriores unidireccionais sobre a barra, em que a deformação será máxima na zona central do barramento, a qual é designada de flecha. (Silva, et al., 2009)

$$m_f = \frac{F_e \times l}{16} \text{ (kgf.cm)} \quad [9]$$

Em que:

m_f – momento fletor (kgf.cm)

F_e – força eletrodinâmica (kgf)

l – distância entre dois apoios (suporte do barramento) consecutivos (cm)

Por fim, e de acordo com o tipo de barramento selecionado, determina-se o módulo de flexão (W), o qual diz respeito à resistência de flexão máxima por parte do barramento, e é uma grandeza que apenas depende do tipo do barramento e não do seu material, sendo calculado com base na sua forma e dimensão. (Silva, et al., 2009)

Quanto ao módulo de flexão dos perfis mais usuais observe-se a figura seguinte (Figura 3. 5).

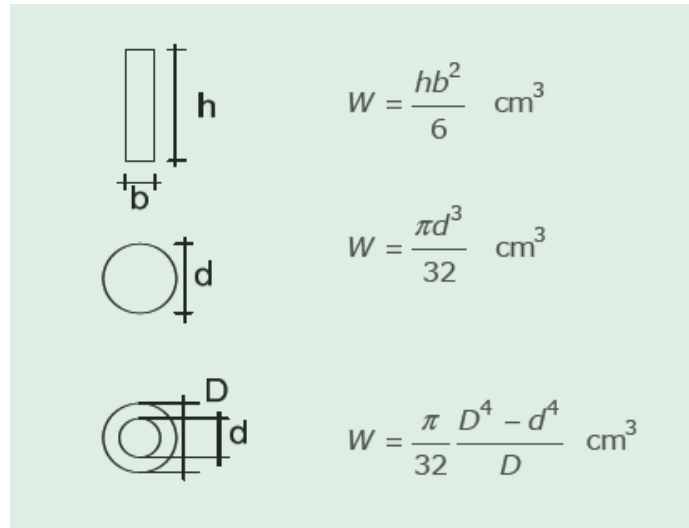


Figura 3. 5 – Módulo de Flexão (Silva, et al., 2009)

Para o dimensionamento do módulo de flexão (W), durante a realização do estágio apenas foi considerado o cálculo para barramentos do tipo: **barras de cobre montadas horizontalmente**, o que significa um barramento por fase, o qual respeita a equação 10. (Silva, et al., 2009)

$$W = \frac{h \times b^2}{6} (\text{cm}^3) \quad [10]$$

Em que:

W – módulo de flexão (cm^3)

b – largura do barramento (cm)

h – altura do barramento (cm)

Uma vez definido o momento fletor que atua sobre o barramento, bem como o tipo de material do mesmo, podemos concluir que o tipo de barramento adotado deve respeitar a equação 11, a qual indica o momento resistente mínimo indispensável para que o trabalho de flexão se efetue com segurança. Caso não se verifique, haverá a necessidade de dimensionar um novo barramento. (Silva, et al., 2009)

$$W \geq \frac{m_f}{\sigma} \quad [11]$$

Em que:

W – módulo de flexão (cm^3)

m_f – momento fletor ($kgf.m$)

σ – carga de segurança à flexão do material selecionado ($kgf.cm^2$)

É importante referir que a carga de segurança à flexão do material selecionado (σ) depende do material que é feito o barramento.

- Barramentos de cobre, os valores estão compreendidos entre $1000 kgf.cm^2$ e $1200 kgf.cm^2$;
- Barramentos de alumínio os valores estão compreendidos entre $400 kgf.cm^2$ e $600 kgf.cm^2$. (Silva, et al., 2009)

3.2. Projeto das infraestruturas de telecomunicações em edifícios – ITED

3.2.1. Sistemas de cablagem

Num projeto ITED segundo o manual de 2ª edição estão disponíveis três tipos de cablagem.

A cablagem em par de cobre (PC), cabo coaxial (CC) e fibra ótica (FO);

3.2.1.1. Sistemas de cablagem – Par de cobre (PC)

Relativamente ao sistema em par de cobre, apenas é admitido categorias dos materiais 6 e 7, bem como as distâncias máximas para as classes de ligação TCD (Tecnologia de Comunicação por Difusão) segundo o disposto no manual. Na Tabela 3. 13 encontra-se o resumo destas condições.

Tabela 3. 13 - Sistema de cablagem - Par de cobre (ANACOM, 2010)

Sistema de cablagem – Par de cobre		
Classe de ligação	Cat. dos materiais	Freq. máxima (MHz)
E	6	250
F	7	600
TCD-PC	-	1000
TCD-PC	Perdas de inserção máxima 1GHz	
• TCD-PC-L	9,9 dB	12,5 m
• TCD-PC-M	17,6 dB	25 m
• TCD-PC-H	33,2 dB	50 m

3.2.1.2. **Sistemas de cablagem – Cabo coaxial (CC)**

Relativamente ao sistema em cabo coaxial, a classe de ligação deve ser no mínimo do tipo TCD C-H e as distâncias máximas para a classe de ligação da TCD-C (Tecnologia de Comunicação por Difusão, em cabo coaxial) deverá ser segundo o desposto no manual, a qual está representada de acordo com a tabela seguinte (Tabela 3. 14).

Tabela 3. 14 - Sistema de cablagem - Cabo coaxial (ANACOM, 2010)

Sistema de cablagem – Cabo coaxial		
Classe de ligação	Perdas de inserção máxima 1GHz	Distância máxima do canal
TCD C-H	21,7 dB	100 m

3.2.1.3. **Sistemas de cablagem – Fibra ótica (FO)**

Relativamente ao sistema em fibra ótica, as categorias multimodo não são permitidas, apenas são permitidas as fibras de classe representadas na Tabela 3. 15, tal como especificado na norma europeia EN 50173.

Tabela 3. 15- Sistema de cablagem - Fibra ótica (ANACOM, 2010)

Sistema de cablagem – Fibra ótica	
Classe de ligação	Categoria
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

Em que:

OMx – “Multimode”. Fibra ótica multimodo;

OSx – “Single mode”. Fibra ótica monomodo;

3.2.2.Arquitetura funcional

O ponto de distribuição designado PD é o elemento básico da rede de telecomunicações.

É o responsável por estabelecer as uniões ou derivações entre as redes de cablagem, permitindo estabelecer as ligações e alterações de uma forma simplificada no que se refere ao encaminhamento de sinais.

Os PD maioritariamente utilizados nos edifícios são o ATI – armário de telecomunicações individual e o ATE – armário de telecomunicações do edifício.

O ATI é o responsável por fazer a seleção do sinal que pretende transmitir para cada tomada de telecomunicações (TT), enquanto o ATE é o responsável por realizar a interligação das várias redes do edifício com as redes exteriores e ainda onde se localizam os dispositivos que permitem a flexibilização das ligações.

Quando se trata de infraestruturas de telecomunicações em urbanizações, designadas ITUR e se estas forem privadas, considera-se outro PD denominado ATU o qual representa o armário de telecomunicações de urbanização.

No caso de moradias unifamiliares, estas possuem dois PD com as redes do operador ou de urbanização, nomeadamente a CEMU responsáveis por fazer a ligação dos pares de cobre, e o ATI responsável pela ligação dos cabos coaxiais e fibra ótica.

Os PD podem ainda ser por opção do projetista, bastidores de cablagem estruturada. (ANACOM, 2010)

3.2.3. Acomodação de cabos de telecomunicações

Tem como função garantir a proteção dos cabos de ações externas, através da acomodação em tubos, calhas ou caminho de cabos.

A Figura 3. 6 indica quais as tubagens permitidas para as telecomunicações, segundo o manual ITED 2ª edição.

Devido à constante evolução das tecnologias, a tubagem deve permitir a substituição dos cabos de um modo fácil.

Deve ser tomada em consideração o tipo de local da instalação, adaptando convenientemente a tubagem ao ambiente MICE (“Mechanical, Ingress, Climatic and chemical, Environmental”. Condições ambientais) considerado. (ANACOM, 2010)

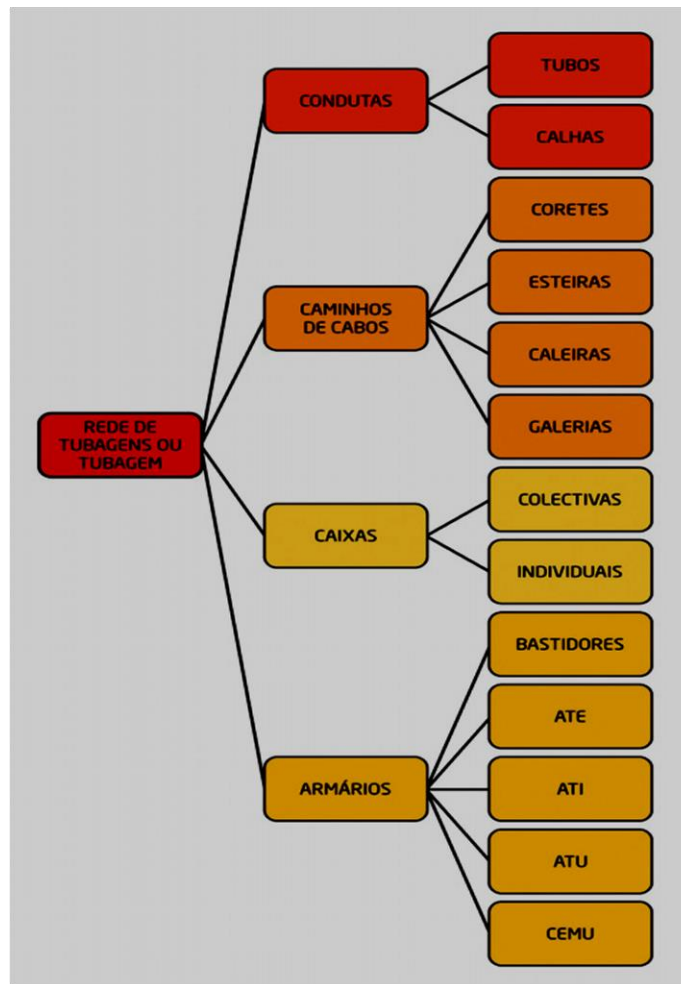


Figura 3. 6 - Tubagens permitidas nas ITED (ANACOM, 2010)

3.2.4. Tubagem

As redes de tubagem definem-se como o elemento de proteção e alojamento dos equipamentos, dispositivos e cabos. São concebidas de modo a garantir que quando sujeitas a combustão estas não se tornem perigosas ou tenham comportamentos indesejáveis, para que tal aconteça, apenas é permitida a utilização de materiais que não sejam propagadores de chama.

3.2.4.1. Tubos

Os tubos classificam-se de acordo com a norma EN 50086 recorrendo a uma sequência numérica de 12 dígitos, em que os primeiros 4 dígitos são obrigatórios para referenciar o tubo, contendo a referência do fabricante e a respetiva marcação.

Os tubos permitidos nas ITED devem possuir as seguintes características: Material isolante rígido, com paredes interiores lisas; Material isolante maleável, com paredes interiores lisas ou enrugadas; Material rígido, com paredes interiores lisas e paredes exteriores lisas ou corrugadas; Material isolante flexível ou maleável, tipo anelado, com paredes interiores enrugadas; Material isolante flexível, com paredes interiores lisas.

Para o dimensionamento dos tubos, considera-se os diâmetros externos comerciais, equivalente ao diâmetro nominal (dn) os 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90 e 110 mm, em que o diâmetro interno mínimo admissível (dim) dos tubos é dado pela equação [dim= dn/1,33].

Os tubos de diâmetro exterior inferiores a 20 mm não são permitidos nas ITED.

Na rede coletiva de tubagens, caso nas colunas ser utilizado tubo, o diâmetro exterior mínimo admissível é de 40 mm.

Os tubos que permitem a ligação do edifício ao seu exterior denominam-se de tubos de acesso, os quais permitem a passagem de cabos até aos ATE, ATI ou CEMU. Consoante a função que desempenham, estes devem cumprir os seguintes requisitos mínimos:

- **Passagem Aérea de Topo (PAT)**: tubos de material isolante, não propagador de chama, rígidos ou maleáveis, com paredes interiores lisas e classificação 3332. Os tubos devem estar protegidos relativamente a penetração de corpos sólidos inferiores a 1 mm e inserção de líquidos limitada a “projeção de água”.
- **Entrada subterrânea**: tubos de material não metálico, não propagador de chama, rígidos ou maleáveis, com paredes interiores lisas, com proteção relativamente à penetração de corpos sólidos e líquidos correspondentes ao grau IP55 e classificação 4432. Também poderão ser constituídos por metal rígido, resistente à corrosão, com igual índice de penetração.

Os requisitos mínimos para as redes coletivas e individuais de tubagem são:

- Tubos de material isolante e não propagador de chama, rígidos ou maleáveis, com paredes interiores lisas para instalações embebidas, com classificação 3321, e tubos rígidos para instalações a vista com classificação 4332. Considera-se a classificação 4421 para cofragens, placas de betão e paredes cheias com betonagem.
- Em zonas ocas, nomeadamente paredes ou tetos, podem utilizar-se tubos de interior não liso, vulgo anelado, desde que cumpram as EN 50086-2-2 ou EN 50086-2-4. Devem estar devidamente estendidos e fixados, evitando obstruções de novos enfiamentos.

Quanto aos acessórios para tubos rígidos consideram-se: curvas, uniões e dispositivos de fixação designados vulgarmente de abraçadeiras. (ANACOM, 2010)

3.2.4.2. Calhas

A utilização de calhas em conformidade com a norma EN 50085 é uma solução conveniente para alteração de edifícios existentes, pois torna-se mais difícil a instalação de tubos embebidos em paredes.

As características mínimas das calhas a utilizar nas ITED estão representadas na tabela seguinte (Tabela 3. 16).

Tabela 3. 16 - Características técnicas das calhas técnicas (ANACOM, 2010)

Características técnicas das calhas técnicas	
	Rede coletiva e individual
Material	Metálico ou não metálico
Temperatura de instalação e utilização	-5°C a + 60°C
Retenção da tampa	Abre somente com ajuda de utensílio
Proteção contra danos mecânicos	2 Joule
Proteção contra penetração de corpos sólidos	Proteção a corpos de diâmetro superior a 1 mm
Ensaio do fio incandescente	650 °C
Resistência à propagação de chama	Retardante à propagação da chama

No caso de locais dispostos acima de 2,5 m do solo e em locais não acessíveis a público, o diâmetro mínimo admissível é de 12,5 mm, atribuídos à proteção contra a penetração de corpos sólidos.

A nível de acessórios e elementos de fixação a aplicar nas calhas, considera-se os seguintes equipamentos: **tampas finais (topos)**, **os ângulos** (plano, exterior e interior), **os elementos de derivação** (Ts), e as **cantoneiras** para correção de curvatura nas esquinas.

Na rede coletiva, a dimensão mínima do compartimento de uma calha é de 500 mm².

Nos casos em que se exige uma proteção física adicional nos sistemas de cablagem, como por exemplo em alguns edifícios especiais, considera-se a instalação de calhas metálicas fundamentando sempre a escolha tomada, quer a nível técnico, quer pelo projetista.(ANACOM, 2010)

3.2.4.3. Caminhos de cabos

Os caminhos de cabos têm como função a passagem de cabos ao longo das paredes, tetos e pavimentos. Sendo formados por estruturas metálicas ou de plástico nomeadamente esteiras ou escadas, vulgarmente de secção em “U” (espaços abertos).

Os caminhos de cabos caracterizados como elementos abertos devem estar cingidos à instalação em locais não acessíveis ao público ou fora do volume de acessibilidade, definido na vertical, acima de 2,50 m a partir da superfície.

Os tetos falsos, chão falso, salas técnicas ou outras zonas específicas, como galerias e caleiras, são espaços que se podem classificar como elementos abertos. Contudo, em todos os casos deve-se respeitar os requisitos mínimos dos materiais a utilizar nos caminhos de cabos expostos na tabela seguinte (Tabela 3. 17).

Tabela 3. 17 - Características técnicas das esteiras (ANACOM, 2010)

Características técnicas das esteiras	
	Rede individual
Material	Metálico ou não metálico
Temperatura de instalação e utilização	-5°C a + 60°C
Proteção contra danos mecânicos	2 Joule
Ensaio do fio incandescente	650 °C
Resistência à propagação de chama	Retardante à propagação da chama

3.2.4.4. Caixas

Observando a rede de tubagens de acordo com as caixas aplicadas, considera-se os seguintes tipos de caixas: caixas da rede coletiva de tubagens e caixas da rede individual de tubagens.

De acordo com a função que desempenham na rede de tubagens, designam-se como: caixas de entrada, caixas de passagem (dentro da mesma rede de tubagens) ou caixas de aparelhagem (terminação na rede individual de tubagem).

Quanto ao material de que são feitas as caixas podem ser metálicas, de material plástico, ou ser parte da construção.

Pode-se admitir ainda a existência de uma câmara de visita (CV) para efetuar:

- A interligação entre o ATE e o ATI;
- A interligação entre a CEMU e o ATI;
- A passagem de cabos entre diferentes edifícios de uma mesma ITED.

Relativamente às caixas de aparelhagem, quando não forem utilizadas estas devem ser fechadas com tampa apropriada. Enquanto as caixas da rede individual quando utilizadas em paredes de gesso cartonado, ou em partes ocas de paredes amovíveis, deve-se ter em consideração aquele tipo de construção e adequa-las marcando-as com cor diferente.

Os requisitos dimensionais das caixas são considerados uteis, ou seja, medidas internas e os requisitos dimensionais mínimos das caixas da rede individual são os seguintes (Tabela 3. 18):

Tabela 3. 18 - *Dimensões mínimas, internas, das caixas para rede individual de tubagens (ANACOM, 2010)*

Dimensões mínimas, internas, das caixas para rede individual de tubagens			
Tipo	Largura (mm)	Altura (mm)	Profundidade (mm)
Aparelhagem	53	53	55
Passagem	160	80	

De modo a facilitar a manobra e a ligação dos cabos, sempre que possível devem ser aplicadas caixas de aparelhagem com a profundidade de 63 mm.

As caixas de passagem devem estar equipadas com tampas adequadas, sendo possível fazer associações de caixas de aparelhagem mediante a utilização de acessórios de encaixe adequados. Devem ainda ser concebidas de modo a receber tubo de diâmetro externo 20 mm, e dispor de pelo menos duas entradas para tubo de 25 mm, sendo recomendado a existência de entradas em 32 mm.

No que se refere às dimensões mínimas das caixas da rede coletiva considera-se (Tabela 3. 19):

Tabela 3. 19 - *Dimensões mínimas, internas, das caixas para rede coletiva de tubagens (ANACOM, 2010)*

Dimensões mínimas, internas, das caixas para rede coletiva de tubagens			
Largura (mm)	altura (mm)	profundidade (mm)	Secção nominal do terminal de terra (mm ²)
150	200	100	-
250	300	120	2,5
400	420	150	
500	600	160	4,0
700	900		10,0
830	1070	200	
	1240		

As dimensões mínimas da caixa de moradia unifamiliar (CEMU) são 230 x 230 x 110mm, devendo cumprir os requisitos mínimos exigíveis para as caixas da rede coletiva de tubagens, nomeadamente no que concerne ao dispositivo de fecho. (ANACOM, 2010)

3.2.4.5. Dispositivos de fecho

Os dispositivos de fecho tem como função garantir a segurança e o sigilo das comunicações. Dependendo do local e do tipo de acessibilidade, são definidos diversos dispositivos de fecho a utilizar nas instalações ITED, considerando-se 3 tipos de fechadura, nomeadamente:

fechadura normalizada do tipo RITA, fecho de chave triangular e outro tipo de dispositivo ou fechadura, adequado ao compartimento a isolar.

Quanto à sua aplicação, segundo manual de ITED recomenda-se:

- **ATE, CEMU, bastidores ou caixas na rede coletiva:** Adotar um dispositivo de fecho com chave universal, do tipo RITA;
- **ATI, bastidores ou caixas na rede individual:** Adotar um dispositivo de fecho através de fechadura triangular, aparafusamento ou fecho de pressão. (ANACOM, 2010)

3.2.5.Armários

Os armários de telecomunicações são constituídos por caixas e pelos respetivos equipamentos e dispositivos alojados no seu interior, devendo estes serem dotados de legendas indeléveis, escritas nas estruturas convenientes, de modo a que os trabalhos de execução das ligações e posterior exploração e conservação sejam feitas de forma fácil e inequívoca.

3.2.5.1. ATE – Armário de telecomunicações de edifício

O Armário de Telecomunicações de Edifício (ATE) consente as seguintes funções:

- De interligação e de concentração com as redes públicas de telecomunicações ou com as redes provenientes das ITUR;
- De gestão das diferentes redes de cabos de pares de cobre, coaxiais e de fibra ótica;
- De integração das valências dos sistemas de domótica, videoporteiro e sistemas de segurança.

O ATE faz parte da rede coletiva de tubagens, tem acesso condicionado e é nele que se alojam os repartidores gerais (RG) das três tecnologias previstas, designadamente: Par de cobre: RG-PC, Cabo coaxial: RG-CC e Fibra ótica: RG-FO.

Na Figura 3. 7, o esquema de um ATE com o secundário dos 3 repartidores em que: **cor azul** - para fibra-ótica, **cor laranja** - para cabo coaxial, **cor verde** - para pares de cobre e **cor cinzenta** - para passagem conjunta das 3 tecnologias.

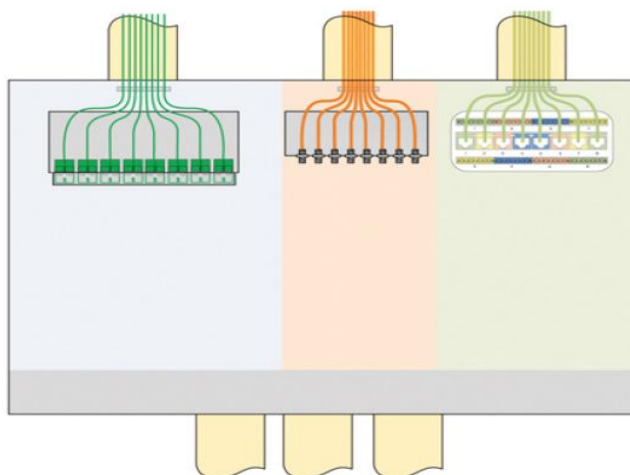


Figura 3. 7 - Esquema de um ATE com o secundário dos 3 repartidores (ANACOM, 2010)

Os edifícios com dois ou mais fogos devem ser providos de um ATE, em que na maioria das instalações, o ATE poderá ser estendido em dois armários, o ATE superior e o ATE inferior, de modo a facilitar a entrada dos cabos de telecomunicações e flexibilizando as redes ao tipo de edifício. Este desdobramento é dinâmico, devendo o projetista optar pela solução mais vantajosa para o edifício.

De uma forma geral considera-se o seguinte:

- O ATE inferior, localizado no Espaço de Telecomunicações Interior (ETI), deve acolher os repartidores gerais: o RG-PC, RG-CC de CATV e o RG-FO;
- O ATE superior, localizado no Espaço de Telecomunicações Superior (ETS), deve acolher o RG-CC de MATV.

No caso de edifícios em que não exista partes comuns, como no caso de moradias desenvolvidas em altura, poderá ser considerado um ATE exterior, desde que seja assegurado os índices de proteção para as condições a que está sujeito. Quanto à sua localização poderá ser instalado na fachada do edifício, ou no muro limite da propriedade, ou convenientemente fundamentada pelo projetista em qualquer outro local que seja comum.

Quando o edifício não dispuser de quadro elétrico de serviços comuns este implica a não instalação de tomadas elétricas no interior do ATE, sendo permitido a instalação de CEMU para os fogos residenciais e de ATE para os outros tipos de fogos.

O ATE deve disponibilizar, ainda, espaço suficiente para o acesso de, no mínimo, duas redes de operadores de comunicações eletrónicas, por cada uma das três tecnologias referidas, ou seja: 2 operadores em par de cobre, 2 operadores em cabo coaxial e 2 operadores em fibra ótica.

Para a definição do tipo e dimensionamento do ATE, dever-se-ão considerar as seguintes possibilidades, bem como os seguintes requisitos mínimos para cada opção considerada:

- **Armário bastidor:**
 - As dimensões devem ser definidas em função da dimensão, características e objetivos pretendidos para as instalações;
- **Armário único:**
 - Para edifícios até 40 fogos, o armário único deve ter como dimensões mínimas 800x900x200mm (altura x largura x profundidade).
 - Para edifícios com mais de 40 fogos, as dimensões do armário devem ser definidas em função da dimensão, características e objetivos pretendidos para as instalações, e nunca inferiores às dimensões referidas no ponto anterior.
- **Armário compartimentado/multi-armário:**
 - A solução armário compartimentado/multi-armário deve observar as seguintes dimensões mínimas (Tabela 3. 20):

Tabela 3. 20 - Dimensões mínimas para compartimento/multi-armário (ANACOM, 2010)

Nº de fogos	Alojamento do RG-FO [mm]	Alojamento do RG-PC ou do RG-CC [mm]
Até 5	600x600x200	400x600x200
De 6 a 12	600x600x200	500x600x200
De 13 a 25	600x600x200	1050x600x200
De 26 a 40	600x600x200	12000x600x200
Mais de 40	Definição em função da dimensão, características e objetivos pretendidos para as instalações, e nunca inferiores às anteriores.	

O ATE superior contém pelo menos um RG-CC, que garante a receção e distribuição de sinais de radiodifusão sonora e televisiva. Neste caso prevê-se a existência de um barramento suplementar de terras, que será interligado ao barramento geral de terras das ITED (BGT).

É obrigatória a existência de energia elétrica no ATE superior.

Para efeitos de tele-contagem, recomenda-se a interligação do ATE aos armários dos contadores de água, gás e eletricidade.

Para a fixação dos dispositivos às caixas dos ATE, estas devem ser providas de uma das seguintes soluções:

- Fundo vertical de material plástico rígido adequado, com a espessura mínima de 10 mm;
- Fundo vertical em PVC extrudido, ou similar, de 12 mm de espessura;
- Perfis metálicos ou não metálicos com cursor, presos ao fundo vertical da caixa, comprimento correspondente à largura útil da caixa, e fundo metálico com malha reticulada e perfurada, com capacidade de aparafusamento de suporte;

- Em qualquer dos casos a solução adotada não deve reduzir a profundidade da caixa em mais de 30 mm.

Os ATE são considerados de acesso restrito, pelo que devem estar dotados de sistema de fecho apropriado, de acordo com o referido no ponto 3.2.4.5.

O ATE contém obrigatoriamente o BGT das ITED.

As ligações das terras de proteção das infraestruturas são efetuadas no BGT.

O BGT é por sua vez interligado ao barramento geral de terras do edifício.

No caso de se adotar a solução de fixação dos dispositivos através de perfis metálicos, estes devem ser ligados ao BGT.

Cada um dos ATE deve disponibilizar circuitos de energia 230V AC, 50Hz, para fazer face às necessidades de alimentação elétrica. Deve ser disponibilizado, no mínimo, um circuito com 4 tomadas elétricas com terra. Os circuitos de tomadas devem estar protegidos por um aparelho de corte automático (sensível à corrente diferencial residual de elevada sensibilidade - 30mA), localizado no quadro elétrico de origem do circuito.

É obrigatória a criação de condições de ventilação por convecção dos ATE, em qualquer situação, os ATE devem prever espaço para a colocação de uma eventual ventilação forçada. (ANACOM, 2010)

3.2.5.1.1. RG – PC – Repartidor geral de pares de cobre

O RG-PC é composto pelo: **Primário**, cujo dimensionamento e instalação é da responsabilidade da entidade que ligar o edifício às redes públicas, ou às redes de urbanização onde estiver inserido; **Secundário**, constituído por conectores de oito condutores do tipo RJ45, ou régua de derivação por cravamento; **Cordões**, ou outros elementos, que garantam a interligação entre o primário e o secundário, na categoria adequada.

O RG-PC é recomendado que seja instalado em bastidores, onde a sua disposição é definida, descrita e desenhada pelo projetista. No caso de ser necessário utilizar órgãos de proteção, a sua colocação é obrigatoriamente instalada em unidades modulares adicionais às definidas para o primário, sendo da responsabilidade das entidades que ligam o edifício à rede pública de telecomunicações, ou às redes da urbanização, a instalação ou colocação destes órgãos de proteção. A ligação dos pares de cobre só poderá ser efetuada pelos operadores públicos de comunicações eletrónicas, aos clientes que tenham contratado os seus serviços.

O RG-PC poderá estar preparado para ser utilizado na transmissão de dados de redes locais, ou de uma urbanização, geridas pelos proprietários e administrações dos edifícios. (ANACOM, 2010)

3.2.5.1.2. RG – CC – Repartidor geral de cabos coaxiais

O RG-CC é composto pelo: **Primário**, cujo dimensionamento e instalação é da responsabilidade da entidade que ligar o edifício às redes públicas, ou às redes de urbanização onde estiver inserido; **Secundário**, constituído por uniões coaxiais, do tipo F-F; **Cordões**, pontes, ou outros elementos, que garantam a interligação entre o primário e o secundário. Deve existir dois RG-CC nos edifícios que dispuserem de 2 ou mais fogos, em que um está localizado no ATE superior, com distribuição descendente relacionado com a distribuição MATV (“Master Antenna Television”) ou SMATV (“Satellite Master Antenna Television”), e outro localizado no ATE inferior, com distribuição ascendente em estrela relacionado com a distribuição CATV (“Community Antenna Television”). (ANACOM, 2010)

3.2.5.1.3. RG – FO – Repartidor geral de cabos de fibra ótica

O RG-FO é composto de acordo com a Figura 3. 8 definindo:

O secundário do RG-FO deve ser realizado com recurso a um painel de acopladores SC/APC (“Subscriber Connector” / “Angled Physical Contact”) para ligar, a cada fogo, no mínimo, duas fibras;

- A rede coletiva em fibra ótica terá uma distribuição segundo a topologia em estrela, respeitando os seguintes pontos:
 - Cabo individual de cliente com ligação direta, ponto a ponto, do secundário do RG-FO ao primário do RC-FO de cada fração, de preferência pré-conectorizado;
 - Cabo de coluna com pré-conectorização, apenas na terminação que vai ligar ao RG-FO;
 - Cabo de coluna sem pré-conectorização, que obriga à fusão das fibras, ou à sua ligação mecânica;
 - Convenientemente fundamentado pelo projetista, poderá ser considerado a utilização de cabo de coluna.
- Na instalação do primário do RG-FO, da responsabilidade dos operadores públicos de comunicações eletrónicas, e na sua ligação ao secundário do RG-FO, deverão tomar-se em conta os seguintes aspetos:
 - A ligação entre o primário e o secundário deverá ser efetuada com *patch-cords* de comprimento mínimo de 1 m;
 - Obrigatoriedade de terminar as fibras em conectores, salvaguardando os eventuais problemas de segurança relacionados com fibras iluminadas. (ANACOM, 2010)

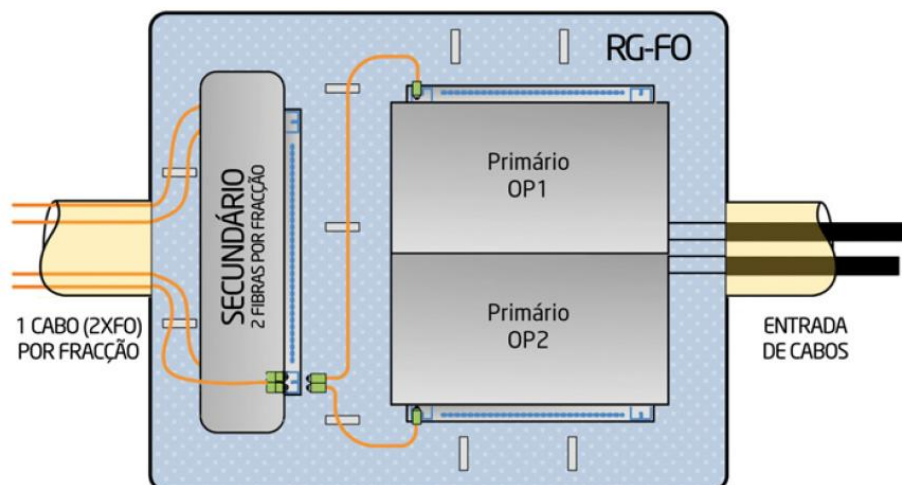


Figura 3. 8 - RG – FO (ANACOM, 2010)

3.2.5.2. ATI – Armário de telecomunicações individual

O ATI é de uma forma genérica constituído por uma ou duas caixas e pelos dispositivos ativos e passivos, responsáveis pela interligação entre a rede coletiva e a rede individual de cabos.

O ATI é o responsável pela rede individual de tubagens, preferencialmente constituído por um armário bastidor, é o responsável também no caso das moradias unifamiliares por efetuar a interligação dos cabos provenientes da Caixa de Entrada de Moradia Unifamiliar (CEMU) à rede individual no interior da moradia.

O ATI, como elemento de centralização e flexibilização de toda a estrutura de telecomunicações, ao nível do fogo individual deve ser concebido de modo a receber do exterior as tecnologias de comunicação disponíveis, nomeadamente as em pares de cobre, cabo coaxial e fibra ótica. Para além de criar as condições físicas de transmissão e flexibilização, poderá permitir complementa-las com equipamentos que possibilitem a codificação/descodificação e gestão de sinalização de suporte a serviços, distribuindo-os por diferentes áreas, sendo este um conceito, há muito aplicado em bastidores de cablagem estruturada, fazendo coexistir de forma associada equipamentos ativos, como conversores eletro-óticos, *routers*, comutadores (*switchs*), Posto Privado de Comutação Automática (PPCA), entre outros.

A existência de ATI para os espaços destinados a serviços coletivos comuns a um edifício, nomeadamente nas salas destinadas a vigilantes, ginásios, piscinas, bares, etc., considera-se possível visto que, irá facilitar a existência de sistemas de telecomunicações, nesses espaços, e a respetiva interligação ao ATE.

O ATI para além da sua constituição genérica poderá ser constituído por uma ou mais caixas, bastidor ou armário, responsáveis por albergar os equipamentos de receção das três

tecnologias (tecnologia em PC, CC e FO.), provenientes da rede coletiva ou CEMU, bem como os RC que permitem a distribuição dos sinais pelas TT.

O ATI deve ter espaço para alojar no seu interior no mínimo 2 equipamentos ativos, podendo esse espaço fazer parte integrante do corpo do ATI, ou ser independente.

No caso de ser independente, deve prever-se a existência da designada caixa de apoio ao ATI (CATI), para colocação dos equipamentos ativos, interligada com a primeira. A CATI será colocada na zona que o projetista considerar mais favorável, preferencialmente na zona lateral ou na zona superior do ATI, com configuração similar a este, de forma a minimizar o impacto visual.

O ATI deve estar equipado, no mínimo, com uma tomada elétrica com terra e um barramento de ligações de terra, e ser de fácil acesso, recomendando-se que seja instalado a uma altura nunca inferior a 1,5 m a contar da sua base em relação ao pavimento.

Uma vez que, dada a existência de equipamentos ativos os quais originam dissipação de calor, deve ser assegurado ventilação adequada para o ATI, ventilação essa por convecção e de carácter obrigatório. (ANACOM, 2010)

O ATI contém 3 repartidores, os denominados repartidores de cliente (RC), nomeadamente: RC-PC (Repartidor de Cliente de Par de Cobre), RC-CC (Repartidor de Cliente de Cabo Coaxial) e o RC-FO (Repartidor de Cliente de Fibra Ótica).

3.2.5.2.1. RC – PC – Repartidor de Cliente de Par de Cobre

O RC-PC é constituído por dois painéis de ligação: o **Primário**, onde termina o cabo que chega de montante, e o **Secundário**, onde terminam os cabos provenientes das tomadas de telecomunicações (TT) em pares de cobre.

Requisitos funcionais num cenário multi-operador (VOZ ou VOZ/DSL):

- Possibilitar a distribuição do serviço telefónico fixo de, pelo menos, 2 operadores;
- Possibilitar o estabelecimento de uma rede local com base em equipamentos ativos (modem *DSL*, *Router*, *Hub/Switch*).

Requisitos funcionais num cenário de operador (ETHERNET):

- Possibilitar o estabelecimento de um canal de comunicação, em classe E, desde o secundário do RG-PC até à tomada TT de ETHERNET, localizada na ZAP, no caso dos fogos residenciais;
- No caso da moradia unifamiliar, este mesmo canal, sempre que tecnicamente possível, efetua-se entre a CEMU e a TT de ETHERNET, localizada na ZAP;

- Possibilitar o estabelecimento de uma rede local com base em equipamentos ativos (*Router, Hub/Switch*). (ANACOM, 2010)

3.2.5.2.2. RC – CC – Repartidor de Cliente de Cabo Coaxial

O RC-CC é construído com base em dois repartidores: um para **CATV** e outro para **MATV/SMATV**.

Requisitos Funcionais:

- Possibilitar a distribuição dos sinais de CATV e MATV, por todas as TT;
- Prever a ligação a uma tomada SAT, localizada na ZAP. Note-se, dado que todas as tomadas têm de funcionar até aos 2150MHz é obrigatório dispor de saída de satélite;
- Possibilitar o estabelecimento de uma rede local com base em equipamentos ativos (modem cabo, *Router, Hub/Switch*). (ANACOM, 2010)

3.2.5.2.3. RC – FO – Repartidor de Cliente de Fibra Ótica

O RC-FO é constituído pelo: **Primário**, o qual será constituído por dois adaptadores SC/APC, que terminam as duas fibras, provenientes do RG-FO ou do exterior, no caso da moradia unifamiliar, uma delas designada de entrada 1 e a outra designada de entrada 2, e pelo **Secundário**, que será constituído, no mínimo, por 2 adaptadores, os quais terminarão os dois cordões que ligam às duas tomadas óticas, localizadas na ZAP.

Requisitos funcionais do ATI:

- Possibilitar dois canais de comunicação desde o secundário do RG-FO até às 2 tomadas de FO (localizadas na ZAP). No caso da moradia unifamiliar, estes canais estão garantidos entre o secundário do RC-FO e as 2 tomadas de FO da ZAP.
- Possibilitar o estabelecimento de uma rede local com base em equipamentos ativos (ONT (Terminação ótica de rede), *Router, Hub/Switch*).

Quanto ao espaço reservado para os equipamentos ativos no ATI e na CATI, pode ser considerado a existência dos seguintes equipamentos, nomeadamente: **Tecnologia PC**: Modem DSL, *Router, HUB/switch*; **Tecnologia CC**: Modem cabo, *Router, HUB/switch*; **Tecnologia FO**: ONT, *Router, HUB/switch*. (ANACOM, 2010)

3.2.5.3. CEMU – Caixa de entrada de moradia unifamiliar

A CEMU é destinada ao alojamento dos dispositivos de derivação ou transição dos edifícios residenciais de um fogo – moradia unifamiliar, responsável por duas funções:

- Alojamento dos dispositivos de transição para cabos de pares de cobre, entre as redes públicas de telecomunicações ou provenientes de uma ITUR, e a rede individual de cabos;
- Caixa de passagem para as redes de operador que terminam no ATI, em cabo coaxial e fibra ótica.

A CEMU como requisito mínimo deve contemplar: 1 dispositivo de ligação e distribuição com capacidade para a ligação de 4 pares de cobre; A este bloco é ligado, para jusante, o cabo de pares de cobre, de Cat.6, que se dirige ao ATI. Para montante são ligados os cabos de operador ou provenientes de uma ITUR. (ANACOM, 2010)

As dimensões mínimas internas da CEMU a considerar estão definidas na Tabela 3. 21.

Tabela 3. 21 - Dimensões mínimas internas da CEMU (ANACOM, 2010)

Altura	Largura	Profundidade
230 mm	230 mm	110 mm

3.2.5.4. Bastidores de cablagem estruturada

Dadas as excelentes capacidades face a outras soluções técnicas, a utilização de bastidores de cablagem estruturada é sempre preferível, podendo ser utilizados em qualquer espaço adequado à colocação de equipamentos de telecomunicações, desde que se garantam condições de espaço e de correta instalação.

Os requisitos mínimos dos bastidores de cablagem estruturada utilizados nas ITED no que se refere às dimensões adequadas aos equipamentos a instalar são:

- Existência de uma porta com fechadura, de modo a garantir restrição de acesso;
- Constituído por um armário em dimensões adequadas, dotado com perfis ajustáveis, com acessibilidades facilitadas, eventualmente por rotação por parte do armário e porta frontal. Será também equipado com prateleiras de apoio para *hub/router/switch*;
- Deve possuir alimentação elétrica, fornecida através de circuitos devidamente protegidos com disjuntores diferenciais, ligados a réguas de tomadas com terra, equipadas com interruptor ligar/desligar e filtro de rede. Deve ser equipado de régua em perfis de alumínio e tampas terminais em Policloreto de vinilo (PVC), com o mínimo de quatro tomadas com terra e interruptor luminoso;
- Ventilação obrigatória, e em conformidade com os equipamentos instalados;
- Deve possuir guias para acondicionamento da cablagem fixa, bem como guias para arrumação dos cordões de interligação. Entre cada 2 painéis de interligação poderá ser colocado um guia;
- Ser equipado com painéis passivos com fichas fêmea RJ45, de preferência blindadas, destinadas à ligação dos cabos Cat.6;

- As TT em par de cobre, distribuídas pelos diversos compartimentos do edifício, serão servidas a partir do bastidor de telecomunicações, equipado com painéis passivos, dotados com régua de tomadas RJ45, cat. 6. Caso exista, os equipamentos ativos de gestão da rede serão também ligados à rede de tomadas RJ45 ou a ligadores onde estão ligadas as extensões provenientes da central;
- Os painéis passivos devem suportar a identificação das tomadas RJ45, sendo equipados com guias de *patch*, em quantidade suficiente para o encaminhamento dos cordões de ligação entre os equipamentos ativos e os painéis passivos (*patch core*);
- Os cabos de pares de cobre a instalar devem ser ligados sem emendas, interrupções ou derivações, às tomadas RJ45 e aos painéis passivos existentes no bastidor;
- No bastidor será feita a ligação do tensor metálico a contactos de terra, existentes para o efeito nos painéis passivos;
- Deve ser garantido o isolamento por separação física dos cabos UTP (“Unshielded Twisted Pair”), FTP (“Foiled Twisted Pair”) ou STP (“Screened Shielded Twisted Pair”), em relação aos cabos de energia;
- Os cabos serão identificados de forma clara e indelével, com o número de tomada a que correspondem, nas extremidades e nos pontos de derivação. Os cabos devem ser agarrados a intervalos regulares, com a finalidade de diminuir o esforço de tração. A passagem dos cabos deve ser feita com muito cuidado, de forma a serem evitadas as dobras que poderão causar a diminuição das propriedades elétricas dos cabos;
- Os cabos UTP, FTP ou STP, devem ter comprimentos: de 1 m, somente para ligação do bastidor; de 2 m, para ligação no bastidor ou ainda para ligação de equipamentos às tomadas RJ45; de 3 m, para ligação dos equipamentos às tomadas RJ45, ou eventualmente, para ligações nos bastidores; de 5 m, exclusivamente para eventual ligação dos equipamentos às tomadas RJ45;
- Devem dispor de boas características mecânicas que lhes confirmam durabilidade e resistência a múltiplas utilizações, sendo a ligação, entre a ficha RJ45 e o cabo, corretamente vulcanizada;
- Nas caixas de passagem ou repartição, os cabos devem formar um seio, sendo o raio de curvatura igual ou superior a 5 vezes o diâmetro do cabo;
- As blindagens dos cabos devem ser interligadas, ligando-se depois ao terminal de terra do RG-PC ou ao bastidor de telecomunicações;
- O cabo a utilizar deve ser do tipo UTP, cat. 6, cumprindo os requisitos da classe E, para os pares de cobre. Na utilização de cabos coaxiais deve estar preparado para frequências de trabalho, no mínimo, até 2400MHz;
- O BGT (Barramento Geral de Terras das ITED) ficará, preferencialmente, instalado dentro do bastidor com funções de ATE. (ANACOM, 2010)

3.2.6. Salas técnicas

A sala técnica é um espaço destinado a alojar os equipamentos e dispositivos referentes às telecomunicações em compartimentos fechados e com requisitos apropriados.

Relativamente às portas estas devem abrir para fora de acordo com o estipulado nos regulamentos de segurança aplicáveis.

Quanto à dimensão e tipo relativo às salas técnicas, estas estão de acordo com a Tabela 3. 22.

Tabela 3. 22 - Dimensão e tipo - Salas técnicas (ANACOM, 2010)

Tipo de sala técnica	Nº de fogos	Dimensões mínimas [cm]
S0	Até 32	300x100
S1	De 33 a 64	300x200
S2	De 65 a 100	300x300
S3	Mais de 100	600x300

De acordo com a norma EN50174-1 os graus de complexidade dos edifícios baseiam-se nas características bem como no número fixo de cabos, definido como a quantidade de cabos que passa pela coluna montante, no local de maior ocupação.

Os níveis de complexidade dos edifícios está representada na tabela seguinte (Tabela 3. 23):

Tabela 3. 23 - Níveis de complexidade dos edifícios

Nível de complexidade da infraestrutura				
Tipo de edifício	Número fixo de cabos			
	2 a 10	11 a 100	101 a 1000	>1000
Escritórios	1	2	3	4
Industriais	1	2	3	4
Residenciais	1	2	3	4
Mistos	2	3	3	4

A sala técnica é de carater obrigatório sempre que os graus de complexidade estabelecidos sejam:

- O grau de complexidade do edifício for 3 ou 4;
- O número de fogos seja superior a 64.

Para os restantes edifícios a construção de salas técnicas, dependerá da sua especificidade, sendo o projetista responsável por decidir sobre a sua existência.

Quanto aos requisitos mínimos as salas técnicas devem garantir:

- Altura mínima de 2,2 m;

- Paredes rebocadas e pintadas com tinta plástica;
- Marcação na porta de forma indelével da palavra “Sala Técnica”;
- Sistema de ventilação;
- Recomendação de uma cota que garanta que a sala se encontra acima do nível freático;
- Revestimento do chão com características anti-estáticas e anti-derrapantes;
- Iluminação adequada à execução de trabalhos que exijam esforço visual prolongado;
- Instalação elétrica com pelo menos um circuito de tomadas e um circuito de iluminação com sistema de corte e proteção.

Recomenda-se de acordo com o manual de ITED que na construção das salas técnicas se considere:

- Ambiente controlado, de modo a garantir uma temperatura entre 18 e 24°C e uma humidade relativa entre 30 e 55%;
- Um extintor;
- Porta dupla;
- Caixa de entrada de cabos localizada na sala técnica.

Pode ainda ser considerado a existência de salas técnicas localizadas fora do edifício em construção separada, contigua ou não ao edifício e devidamente identificada.

Um diagrama da sala técnica representando os bastidores e armários a instalar, bem como as interligações entre eles e o quadro de energia, deve fazer parte das peças desenhadas que integram a documentação geral do projeto. (ANACOM, 2010)

3.2.7. Ligação à rede pública de telecomunicações

A ligação das infraestruturas de telecomunicações à rede pública seja em pares de cobre, coaxial ou fibra ótica, à aspetos relevantes a considerar, nomeadamente:

- Os edifícios podem estar implantados na via pública ou em ITUR públicas ou privadas.
- Os edifícios só permitem entradas de cabos por via subterrânea, deixando de existir entradas aéreas. A PAT serve exclusivamente para a passagem de cabos das antenas, instaladas no topo dos edifícios.
- A construção de entradas aéreas é proibida.
- A rede de tubagens do edifício termina, obrigatoriamente, numa câmara de visita multi-operador (CVM), a instalar junto à entrada do edifício.
- A referida CVM deve estar devidamente dimensionada (ponto 3.2.10.1.5), de forma a albergar a tubagem proveniente do edifício, prevendo a ligação às redes públicas de telecomunicações.

- As fronteiras de cablagem das ITED são os secundários dos RG ou os secundários dos RC, para o caso das moradias unifamiliares. Os referidos dispositivos são parte integrante das ITED.

A ligação das ITED às redes públicas de comunicações só pode ser efetuada após emissão do termo de responsabilidade de execução da instalação, nos termos do n.º 4, do artigo 76º, do DL 123/2009, de 21 de Maio (com a redação dada pelo DL 258/2009, de 25 de Setembro). (ANACOM, 2010)

3.2.8. Classificações ambientais – Conceito MICE

O conceito MICE (“Mechanical, Ingress, Climatic and chemical, Environmental”), regulamentado segundo manual ITED, estabelece um processo sistemático para a descrição das condições ambientais, de acordo com três níveis de exigência:

Nível 1 – baixo;

Nível 2 – médio;

Nível 3 – alto.

O conceito MICE permitiu ainda aos projetistas e instaladores realizar a seleção dos materiais a instalar, de acordo com os diferentes níveis de exigência ambiental e consoante o tipo de utilização de um determinado espaço, devendo o projetista garantir um compromisso visando os seguintes aspetos: custo dos materiais e da execução, condições ambientais e exequibilidade técnica.

Tal ponto de equilíbrio só será assegurado dentro de um espaço de conciliação, conforme representado na figura seguinte (Figura 3. 9):

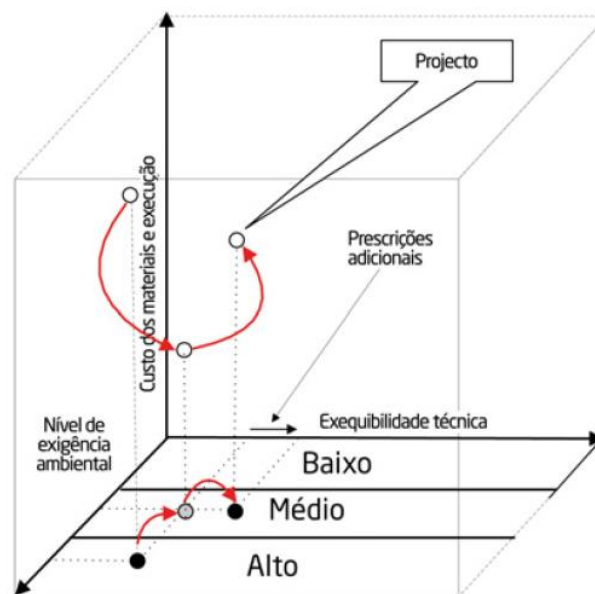


Figura 3. 9 - Conceito MICE (ANACOM, 2010)

Segundo a norma EN 50173-1 os parâmetros que caracterizam o grau de exigência ambiental são:

- 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. (ANACOM, 2010)

Quanto às tabelas indicativas de cada parâmetro, estão de acordo com o manual de ITED.

3.2.9. Caracterização dos tipos de edifícios

Os edifícios são caracterizados de acordo com a sua utilização, através dessa classificação, define-se quais os requisitos mínimos para as redes de tubagens e cablagem. De acordo com o manual ITED os edifícios passam a ser classificados da seguinte forma: Residenciais, Escritórios, Comerciais, Industriais, Edifícios especiais, Históricos, Armazéns, Estacionamentos, Escolares, Hospitalares, Lares de idosos, Espetáculos e reuniões públicas, Hotelaria, Restaurantes, Centros comerciais, Gares de transporte, Desportivos e de lazer, Museologia e divulgação, Bibliotecas e arquivos, Outros, e Mistos. (ANACOM, 2010)

3.2.10. Regras genéricas de projeto

As regras de elaboração de projeto ITED são estabelecidas como um mínimo exigido para o correto funcionamento das instalações.

No que respeita ao processo de elaboração de um projeto ITED, este deve ser desenvolvido a partir da avaliação dos requisitos funcionais e ultrapassados ou condicionalismos mais importantes (meios, tecnologias, classe ambiental e respetivos custos) deverão ser realizados em 4 Fases:

Fase 1: Analisar os requisitos funcionais e condicionantes do projeto, delinear a estrutura de redes, tipo de materiais, equipamentos ativos e passivos a aplicar.

Fase 2: Efetuar os cálculos necessários ao dimensionamento da tubagem e da cablagem ITED, tendo em conta os materiais disponíveis no mercado, as características do edifício, os eventuais requisitos pedidos pelo dono de obra e as características mínimas definidas, aplicando as regras técnicas estabelecidas.

Fase 3: Elaborar a documentação geral do projeto (ponto 2.2.2).

Fase 4: Assegurar, por si ou por seu mandatário, que a instalação se encontra de acordo com o projeto. (ANACOM, 2010)

Na Figura 3. 10 está representado o diagrama do processo associado à elaboração de um projeto.



Figura 3. 10 - Diagrama elaboração de um projeto ITED (ANACOM, 2010)

3.2.10.1. Projeto das redes de tubagem

O esquema geral da rede de tubagens de um edifício, contemplando a rede de tubagens coletiva e individual do projeto ITED apresenta-se na figura seguinte (Figura 3. 11).

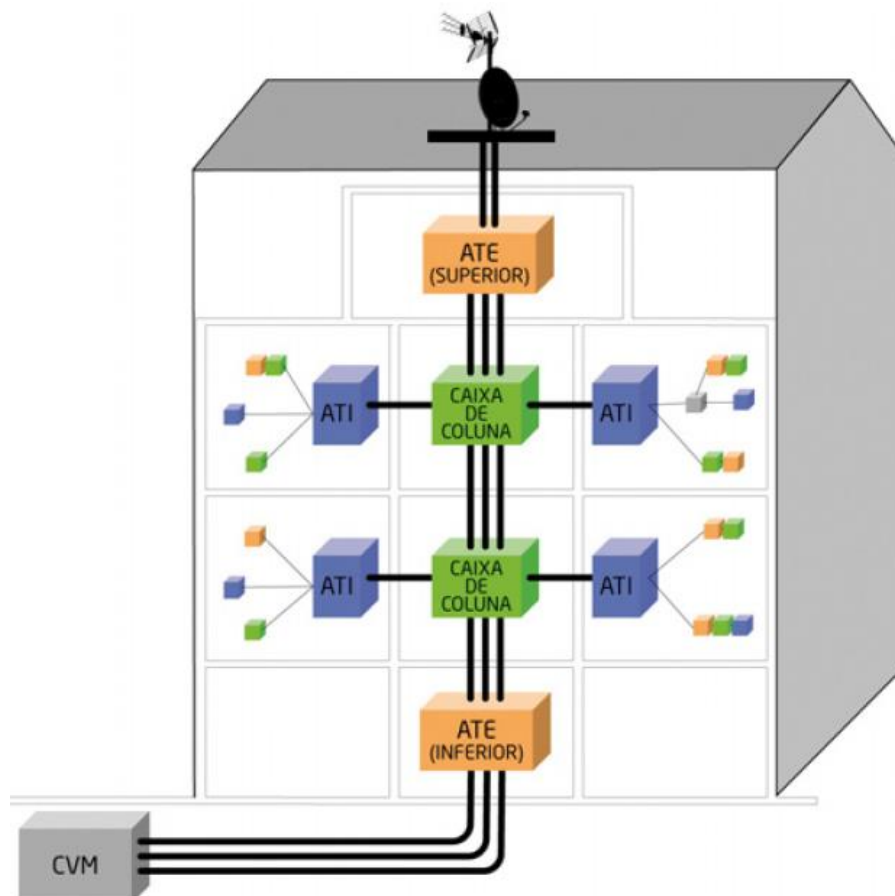


Figura 3. 11 - Rede coletiva e individual de tubagem (ANACOM, 2010)

3.2.10.1.1. Regras gerais

Para realizar o projeto das redes de tubagem, o projetista deve ter em atenção o descrito no ponto 3.2.4, que refere as características dos materiais e dispositivos a utilizar quanto às redes de tubagem. Quanto à designação dos tubos (Figura 3. 12), note-se que o diâmetro externo dos tubos equivale ao diâmetro nominal, coincidindo com o diâmetro comercial.

DIÂMETRO EXTERNO = DIÂMETRO NOMINAL = DIÂMETRO COMERCIAL

Figura 3. 12 - Designação dos tubos (ANACOM, 2010)

Relativamente ao diâmetro interno, este refere-se ao diâmetro útil (diâmetro interno = diâmetro útil), o qual é determinado segundo a fórmula dos diâmetros de tubagem de acordo com o ponto 3.2.10.1.2 (tubos e calhas).

Para o projeto ITED da rede de tubagens, considera-se as seguintes regras básicas:

- a. É recomendado que o traçado das tubagens seja predominantemente reto e os percursos efetuados, preferencialmente, na horizontal e na vertical;
- b. Um troço de tubo corresponde a um tubo com 12 m de comprimento. Entre cada dois troços de tubo consecutivos poderá intercalar-se uma caixa de passagem, salvo se conseguir garantir a correta instalação e passagem da cablagem, com recurso ao aumento de diâmetro do tubo utilizado;
- c. Admite-se, para cada troço de tubo, a execução de um máximo de 2 curvas. Cada curva diminuirá o comprimento máximo do troço em 2 metros. As curvas junto às caixas de aparelhagem poderão não contar para o efeito anterior, desde que se garanta a correta manobra e enfiamento de cabos;
- d. O percurso das condutas (tubos e calhas) deve ser efetuado de modo a garantir as seguintes distâncias mínimas (mm) em relação a canalizações metálicas: 50 mm nos pontos de cruzamento e 200 mm nos percursos paralelos.
- e. O percurso das condutas (tubos e calhas), bem como dos caminhos de cabos, deve realizar-se de maneira a garantir as distâncias, na separação entre as cablagens de telecomunicações e os cabos e condutores isolados de energia elétrica, conforme se indica (Tabela 3. 24):

Tabela 3. 24 - Separação mínima entre cabos (ANACOM, 2010)

Cabos de TIC	Cabos de energia	Separação mínima entre cabos [mm]		
		Sem separação, ou separação não metálica	Com separador de alumínio	Com separador metálico
Não blindado	Não blindado	200	100	50
Blindado	Não blindado	50	20	5
Não blindado	Blindado	30	10	2
Blindado	Blindado	0	0	0

A passagem de cabos de energia e de telecomunicações é proibida nos mesmos tubos. No caso da utilização de calhas, estas devem ter divisórias, devendo ser um dos compartimentos exclusivo dos cabos de energia. Em alguns tipos de caminhos de cabos, ou esteiras, poderá o projetista pronunciar-se sobre a melhor forma de encaminhamento, desde que garanta, a separação mínima entre cabos de telecomunicações e de energia. Contudo, a separação de cabos elétricos e de telecomunicações poderá ser desprezada no seguinte caso:

- Nos troços de ligação às TT, desde que a distância seja inferior a 35 metros.
 - Caso a distância referida seja superior a 35 metros, admite-se a não manutenção das distâncias referidas na tabela apenas para os últimos 15 metros. Mantem-se, em qualquer caso, a proibição da partilha do mesmo tubo ou do mesmo compartimento de calha, pelos dois tipos de cabos referidos.
- f. Para efeito do cálculo da capacidade das condutas, deve ser considerado o diâmetro interno, no caso dos tubos, e a secção interna da divisória (secção útil), no caso das calhas.
- g. Todos os elementos ou acessórios roscados devem obedecer, exclusivamente, a classificações métricas. (ANACOM, 2010)

3.2.10.1.1.1. *Condutas de acesso*

- a. Os tubos da PAT devem ter o diâmetro externo mínimo de 40 mm, no ETS;
- b. A profundidade mínima de enterramento no ETI deverá ser de 0,8 m;
- c. Os tubos das condutas de acesso subterrâneo, de ligação às CVM, não devem ter curvas com ângulo inferior a 120°. As dimensões destes tubos estão definidas na Tabela 3. 27 do ponto 3.2.10.1.5;
- d. A ligação por via subterrânea às CVM, quando não for realizada através de tubos, deve ter o dimensionamento mínimo útil idêntico ao considerado para estes;
- e. Admite-se, nas eventuais ligações através do subsolo entre diferentes edifícios de uma mesma rede, ou entre a CEMU e o ATI, um comprimento máximo de 50 m para cada troço de tubo, devendo também recorrer-se à CV de passagem, sempre que ocorram derivações na tubagem ou mudanças de direção significativas;
- f. A inclinação no sentido ascendente dos tubos das condutas de entrada, quer na PAT quer na entrada de cabos do ETI, não deve ser inferior a 10%. (ANACOM, 2010)

3.2.10.1.1.2. *Rede coletiva de tubagens*

- a. Nas colunas coletivas, quando construídas em tubos, estes devem ter um diâmetro externo mínimo de 40 mm. No caso de utilização de calhas, devem ser considerados compartimentos com capacidade equivalente (aproximadamente 500 mm²), por

aplicação das fórmulas para cálculo dos diâmetros de tubos. As colunas coletivas devem estender-se a todos os pisos do edifício;

- b. Nas caixas de colunas que utilizem tubos, a distância entre as geratrizes externas dos tubos laterais e a extremidade da caixa deve ser no mínimo de 10 mm, tal como indicado na figura seguinte (Figura 3. 13):

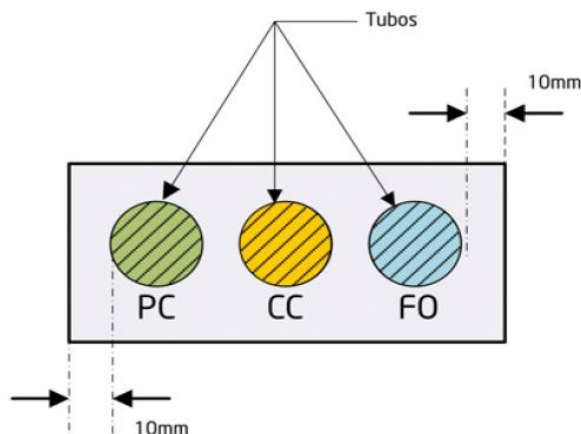


Figura 3. 13- Distâncias dos tubos às laterais das caixas (ANACOM, 2010)

- c. Deve existir uma coluna montante, no mínimo, por cada tecnologia adotada (três condutas);
- d. Deve prever-se uma caixa de colunas por cada piso ou secção (Figura 3. 14) (distribuição principal na horizontal), sempre que existam colunas e entradas de fogos no piso;

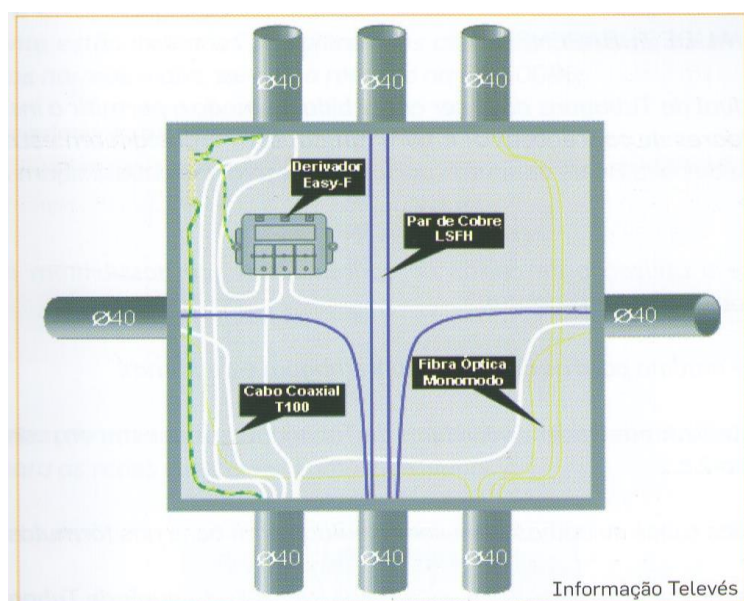


Figura 3. 14 - Exemplo de caixa de coluna com 2 frações por piso (ACIST, 2010)

- e. A localização das caixas nas colunas montantes deve ter em conta a melhor distribuição dos cabos, pelo que devem ser colocadas de modo a minimizar o número de cruzamentos e curvas;
- f. A ligação da rede coletiva à rede de cliente é assegurada por um único tubo, com diâmetro externo fixo de 40 mm ou equivalente;
- g. Sempre que se recorra a utilização de caminhos de cabos, em galerias ou áreas de passagem/permanência de pessoas devem ser montados de modo a que a base que suporta os cabos se situe a uma altura não inferior a 2,5 m;
- h. Todas as caixas da rede coletiva devem ser instaladas em zonas coletivas do edifício. Não devem, no entanto, ter acesso direto, pelo que se recomenda que o seu topo esteja a 2,5 m do nível do chão, para pés-direitos superiores a 3 m, e a 0,50 m do teto, para pés-direitos inferiores a 3m;
- i. Deve prever-se a ligação do ATE aos contadores de água, gás e eletricidade, para ligação a electroválvulas ou outros dispositivos de domótica e segurança, quando aplicável;
- j. Para efeito do dimensionamento da rede de tubagens, devem os elevadores ser considerados como fogos;
- k. As caixas da rede coletiva devem estar identificadas, de acordo com o projeto. (ANACOM, 2010)

3.2.10.1.1.3. Rede individual de tubagens

- a. A rede individual de tubagens deve ser concebida de modo a permitir a instalação de três redes de cabos (PC, CC e FO) com topologia em estrela, admitindo-se a possibilidade de partilha de condutas para a passagem dos cabos, sejam eles em PC, CC ou FO;
 - b. Recomenda-se a utilização de caixas de aparelhagem que possibilitem a instalação de tomadas mistas ou de espelho comum;
 - c. A profundidade mínima para as caixas de aparelhagem é de 55 mm;
 - d. Os materiais a utilizar nas redes individuais de tubagem devem estar em conformidade com o exposto no ponto 3.2.4;
 - e. A capacidade dos tubos ou calhas deve ser calculada com base nas fórmulas expostas no ponto 3.2.10.1.2;
 - f. O diâmetro externo mínimo dos tubos a utilizar nas redes individuais de tubagem é de 20 mm, ou de capacidade equivalente, no caso de serem utilizadas calhas;
 - g. A rede individual de tubagem deve contemplar, no mínimo, a instalação de um ATI, ou um bastidor com funções de ATI, por cada fogo ou unidade de distribuição interna autónoma;
 - h. O ATI, ou bastidor com funções de ATI, deve ser instalado no local que melhor sirva os interesses dos utilizadores, funcionalmente acessível, preferencialmente próximo do
-

- quadro de energia, ao qual deve ficar interligado por meio de tubo com diâmetro não inferior a 20 mm, ou calha de capacidade equivalente, devendo a sua localização ser devidamente justificada pelo projetista;
- i. Para efeito de tele-contagem, poderá prever-se a ligação do ATI aos contadores de água, gás e eletricidade;
 - j. Quando aplicável, a rede individual de tubagem poderá contemplar as condutas necessárias para a interligação, através do ATI, aos sistemas de videoporteiro e televigilância, ou até a sistemas fotovoltaicos;
 - k. Do ATI sairão as condutas para as caixas de passagem individuais e para as caixas de aparelhagem, que albergam as TT;
 - l. As caixas de aparelhagem devem ser instaladas a uma altura mínima de 30 cm acima do pavimento, medida no centro, para o caso de instalação em calhas, esta altura poderá não ser respeitada;
 - m. É obrigatória a indicação da localização, nas plantas dos fogos, das caixas de aparelhagem; (ANACOM, 2010)

3.2.10.1.2. Tubos e calhas

De acordo com a norma EN 50086 os valores normalizados dos diâmetros internos mínimos dos tubos são os seguintes (Tabela 3. 25):

Tabela 3. 25 - Valores normalizados dos diâmetros internos mínimos dos tubos (ANACOM, 2010)

Diâmetro externo dos tubos [mm]	Diâmetro interno mínimo [mm]
40	30
50	37
63	47
75	56
90	67
110	82

O dimensionamento dos tubos ou calhas é realizado através da consulta de gráficos, os quais estão indicados no manual ITED, determinando os valores indicativos da capacidade em função dos fogos, ou por intermédio da seguinte equação (equação 11).

Para o dimensionamento dos tubos e para a sua correta seleção de acordo com a sua capacidade, deve-se obedecer à seguinte fórmula, seja para as redes coletivas ou para as redes individuais. A capacidade de manobra para o enfiamento dos cabos é assegurada pela constante 1,8.

$$D_i \geq 1,8 \times \sqrt{d_1^2 + d_2^2 + d_3^2 + \dots + d_n^2} \quad [11]$$

Em que:

D_i – diâmetro interno

d_n – diâmetro externo do cabo n

Relativamente ao dimensionamento das calhas, cumprir-se-á a fórmula seguinte (equação 12) de acordo com o manual ITED:

$$S_u \geq 2 \times \sqrt{S_1^2 + S_2^2 + S_3^2 + \dots + S_n^2} \quad [12]$$

Em que:

S_u – secção útil da calha ou do compartimento

S_n – secção do cabo n

Analisando a Tabela 3. 26 é possível determinar para a rede de tubagens individual, o diâmetro externo mínimo admissível dos cabos de telecomunicações para a mesma tubagem, albergando os cabos de telecomunicações de cabos coaxiais e pares de cobre.

Tabela 3. 26 - Rede de tubagens individual (ACIST, 2010)

Quant.		Cabos coaxiais T100 – 6,6 mm [ref.215101, ref.214102 e ref.215501]																					
Quant.		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Pares de cobre – 6,2 mm [ref.2123 e ref.2199]	0	Ø20																					
	1	Ø25																					
	2	Ø32																					
	3	Ø40																					
	4	Ø50																					
	5	Ø50																					
	6	Ø50																					
	7	Ø50																					
	8	Ø50																					
	9	Ø50																					
	10	Ø50																					
	11	Ø50																					
	12	Ø50																					
	13	Ø50																					
	14	Ø50																					
	15	Ø50																					
	16	Ø50																					
	17	Ø50																					
	18	Ø50																					
	19	Ø50																					
	20	Ø50																					

3.2.10.1.3. Caminho de cabos e Caixas

O dimensionamento dos caminhos de cabos deve ser efetuado tendo em conta os dados bem como as regras dispostas pelos fabricantes.

A opção de recurso a caminhos de cabos deve ser precedida de uma análise detalhada da classe ambiental do local e respetivos condicionantes.

Os caminhos de cabos para além dos aspetos referidos no ponto 3.2.4.3 são sistemas de caminhos de cabos e não elementos individualizados.

Nestas condições, só devem ser usados acessórios que façam parte do mesmo sistema.

Relativamente às caixas, as caixas de coluna quanto à sua distribuição ao longo das colunas montantes, bem como o respetivo dimensionamento, deve respeitar o disposto nas tabelas relativas a cada tipo de edifício (ponto 3.2.9). (ANACOM, 2010)

3.2.10.1.4. Bastidores

O projetista em qualquer dos casos pode optar pela instalação de bastidores.

Caso não seja possível a instalação de uma caixa para o ATE, devido às dimensões necessárias para a instalação dos RG e devido ao número de equipamentos ativos a instalar, considera-se a aplicação de mais uma caixa, designado por desdobramento.

Sempre que for construída uma sala técnica, em substituição das caixas normalizadas utiliza-se bastidores.

De modo a facilitar a localização dos RG e dos equipamentos a instalar em bastidores estes devem ser identificados, referenciando-os através de endereços normalizados ou definidos pelo projetista. Assim, os bastidores (vista frontal) poderão ser numerados da esquerda para a direita (se existir mais do que um bastidor) e em cada bastidor devem estar identificados, por ordem crescente, de baixo para cima e da esquerda para a direita, os respetivos módulos.

Deve ser elaborado um diagrama, por cada bastidor, com referência aos respetivos módulos e posição dos equipamentos a instalar, bem como um diagrama da cablagem a efetuar.

A ligação da alimentação elétrica aos armários montados em bastidores poderá ser efetuada nos módulos com referência mais baixa, isto é, na parte inferior esquerda do bastidor.

A posição dos dispositivos e equipamentos instalados em cada bastidor poderá estar identificada através de etiquetas. (ANACOM, 2010)

3.2.10.1.5. Dimensionamento das ligações às CVM

A ligação dos edifícios é normalmente efetuada em tubos adequados à instalação subterrânea, pelo que importa caracterizar as suas características mínimas. Embora possam existir casos em que as ligações dos edifícios são efetuadas por galerias, ou similares.

Face às tubagens a instalar, a escolha da CVM onde são ligadas as condutas de acesso do edifício requer um dimensionamento apropriado.

Relativamente às CVM de construção obrigatória, para o dimensionamento das ligações subterrâneas dos edifícios considera-se os seguintes valores (Tabela 3. 27):

Tabela 3. 27 - Dimensionamento das ligações à CVM, por tubos (ANACOM, 2010)

Dimensionamento das ligações à CVM, por tubos	
Tipo de edifício	Tubos
Moradia unifamiliar	2 × Ø40
Edifícios residenciais de 2 a 4 fogos	3 × Ø50
Edifícios residenciais de 5 a 10 fogos	3 × Ø63
Edifícios residenciais de 11 a 22 fogos	3 × Ø75
Edifícios residenciais de 23 a 44 fogos	4 × Ø75
Edifícios residenciais com mais de 44 fogos	A definir pelo projetista (no mínimo 4 × Ø90)
Edifício de escritórios, comerciais, industriais e especiais	A definir pelo projetista (no mínimo 3 × Ø50)

Para o caso dos edifícios localizados em zonas onde a distribuição das redes públicas de comunicações eletrónicas é predominantemente aérea, deve existir uma interligação, desde a CVM até ao provável local de transição da rede aérea para subterrânea, através de dois tubos a dimensionar pelo projetista, mas nunca inferiores a Ø40mm. (ANACOM, 2010)

3.2.10.2. Projeto das redes de cablagens

O projeto das redes de cablagens deverá respeitar as regras dispostas pelo manual ITED entendendo-se como mínimas, podendo ser utilizadas soluções tecnicamente mais evoluídas.

Os três tipos de tecnologias adotadas nas partes coletivas e individuais são:

1. **Redes de Pares de Cobre (PC):** Com distribuição em estrela, a partir dos secundários do RG-PC e do RC-PC, e recurso a cabos de 4 pares de cobre, categoria 6, como mínimo;
2. **Redes de Cabos Coaxiais (CC):** Com distribuição em estrela, a partir dos secundários do RG-CC e do RC-CC, e recurso a cabos e equipamentos preparados para transmissão, no mínimo, até 2,4GHz; Admite-se, para as redes de MATV e SMATV, em casos devidamente justificados pelo projetista, o desenvolvimento noutro

tipo de topologia, adaptando-a aos serviços de recepção satélite e terrestre requeridos para o edifício;

3. **Redes de Fibras Óticas (FO):** Com distribuição em estrela, a partir dos secundários do RG-FO e do RC-FO, e recurso a cabos de fibra ótica monomodo. (ANACOM, 2010)

3.2.10.2.1. Redes de pares de cobre

Devido à fiabilidade dos bastidores de cablagem estruturada a sua aplicação é aconselhável. Também é recomendado o uso de tomadas mistas, ou de espelho comum visto tornar-se uma solução mais simples de aplicar e esteticamente mais evoluída.

As caixas de aparelhagem, obrigatoriamente de fundo superior a 55 mm, devem estar adaptadas a este tipo de tomadas.

3.2.10.2.1.1. Redes coletivas de pares de cobre

Na rede coletiva de pares de cobre devem ser utilizados cabos e componentes adaptados à cat.6, como mínimo, de forma a garantir a classe E de ligação. As redes coletivas serão calculadas com base no lançamento de 1 cabo de 4 pares de cobre, cat.6, para cada fogo, como mínimo. A rede de cabos segue a topologia estrela, desde o ATE até aos ATI. Para comprimentos de cabos de par de cobre superiores a 100m, admite-se a criação de PD intermédios, garantindo-se assim a classe E entre PD. De forma a minimizar as distâncias aos RC-PC, outra solução será a localização cuidada do RG-PC. O secundário do RG-PC poderá ser projetado com recurso a painéis ou caixas de interligação com conectores de oito contactos do tipo RJ45, para cat. 6, ou com régua de terminais, desde que também cumpram a cat. 6. (ANACOM, 2010)

3.2.10.2.1.2. Redes individuais de pares de cobre

Na rede individual de pares de cobre devem ser utilizados cabos e componentes adaptados à cat. 6, como mínimo, de forma a garantir classe E de ligação, entre o secundário do RC-PC e as TT. A distribuição a partir do secundário do RC-PC segue uma topologia em estrela.

3.2.10.2.2. Redes de cabos coaxiais

3.2.10.2.2.1. Redes coletivas de cabos coaxiais

Na rede coletiva de cabos coaxiais devem ser utilizados cabos e componentes adaptados à frequência de 2,4GHz, como mínimo. Cada fração terá como mínimo dois cabos coaxiais vindo da rede coletiva.

3.2.10.2.2.1.1. Projeto de CATV

A rede de CATV é obrigatória.

Para a distribuição de sinais provenientes de redes de CATV, a distribuição será feita em estrela, desde o ATE até aos ATI. Desenvolvida normalmente desde o ATE inferior, esta rede caracteriza-se por fazer corresponder um cabo coaxial, devidamente identificado, a cada um dos fogos. Este cabo possui uma das extremidades ligada a um conector tipo “F” fêmea, existente no secundário do RG-CC, com a outra extremidade ligada ao primário do RC-CC, existente no ATI.

Tratando-se de uma rede que servirá um qualquer operador de CATV:

- O ATE inferior deve prever espaço para a instalação dos primários de, pelo menos, 2 operadores.
- A rede deve ser dimensionada para operar na via direta e na via de retorno: **Via Direta** entre os limites de 88 - 862MHz (inclusive) e **Via de Retorno** entre os limites de 5 – 65MHz (inclusive).
- Serão calculadas, por fogo, as atenuações dos cabos e dispositivos entre o secundário de RG-CC e a tomada mais desfavorável. Os cálculos efetuados, para as frequências de 60, 90 e 750MHz, devem ser indicados no projeto.
- Em caso de necessidade, a fim de se cumprirem os requisitos recomendados nas tomadas do utilizador final, os sistemas de distribuição CATV poderão possuir equipamento Ativo – amplificadores – compatível com as bandas de frequências ocupadas.
- O secundário do RG-CC no ATE inferior possuirá pontos de ligação em conectores “F” fêmea, associados, cada um deles, a um ATI de utilizador final. Existirão tantos pontos de ligação quantos os ATI existentes no edifício. Devido à dimensão de determinados edifícios, poderá ser necessário o desdobramento do RG-CC.

À disposição do operador estarão as possibilidades de interligação a um único ponto, bem definido, no ATE; poderá ligar ou desligar o seu cliente; efetuar as medidas que entender convenientes. (ANACOM, 2010)

3.2.10.2.2.1.2. Projeto de MATV – Sistemas digitais e analógicos

O sistema de MATV tem como objetivo servir todos os pontos terminais da instalação, tomadas de telecomunicações (TT), com níveis de sinal e de qualidade, cujos valores estejam dentro dos limites apresentados na Tabela 3. 28.

É obrigatória a elaboração dos cálculos para que se cumpram os valores assinalados como recomendados.

Tabela 3. 28 – MATV - níveis de sinal (ANACOM, 2010)

Modulação	Nível de sinal [dB μ V]			
	5 – 862 MHz		950 – 2150 MHz	
	Recomendado	Limites inferiores - Superior	Recomendado	Limites inferiores - Superior
AM – TV	65	57 – 80		
64 QAM – TV	50	45 – 70		
FM – TV			50	47 – 77
QPSK – TV			50	47 – 77
FM – Rádio	50	40 – 70		
DAB - Rádio	40	30 – 70		
COFDM - TV	50	45 – 70		

O sistema de MATV inclui as antenas, dispositivos associados e elementos de proteção contra descargas de sobretensão.

A existência de um sistema de SMATV requer um projeto.

As antenas de MATV, preparadas para a recepção de sinais terrestres, devem estar adaptadas à gama de frequências, ou grupo de canais, a receber e a distribuir.

As antenas apresentam 75 Ω de impedância característica, no terminal de ligação ao cabo coaxial. Devem apresentar uma caixa de ligações blindada, cumprindo os limites da Classe A, sendo desta forma assegurada a imunidade a ruído branco e a compatibilidade com a recepção de Sinais Digitais Terrestres.

Não se recomenda a utilização de antenas mistas (VHF – “Very High Frequency” + UHF – “Ultra High Frequency”).

É critério do projetista complementar o sistema de captação com a antena para a Radio Digital Terrestre (DAB (“Digital Audio Broadcasting”) - 222MHz).

Na ausência de cobertura por cabo, o projetista poderá considerar a existência de um sistema de SMATV. Nesse caso, devem ser tidos em conta os seguintes critérios, na definição do sistema de recepção satélite:

- Operadores de satélite (serviço DTH – “Direct To Home”. Recepção Satélite Doméstica);
- Dimensão das antenas parabólicas, corretamente relacionada com o diagrama de radiação do satélite (*footprint*) a captar;
- Recepção da Televisão Digital Terrestre (TDT) por sistemas de antenas parabólicas; (ANACOM, 2010)

3.2.10.2.2.1.2.1. Fixação das Antenas

O sistema de MATV, a instalar preferencialmente na cobertura do edifício, será constituído pelas respetivas antenas e o sistema mecânico de fixação das mesmas.

Para o mastro de fixação das antenas, o mínimo recomendado cumpre as seguintes características técnicas:

- Altura mínima de 1 m e máxima de 3 m. Por imperativo de uma correta receção de sinal, o sistema de fixação pode ir para além de 3 m de altura, desde que seja composto por lanços de torres, terminando no mastro de 3 m, devidamente suportados;
- Diâmetro mínimo de 40 mm e parede com espessura mínima de 1,5 mm;
- Conjunto de 2 chumbadouros, espaçados de 50 cm, fixados a uma empena perpendicular ao plano de terra, através de um sistema de 3 pontos no mínimo, ou previamente chumbados no betão da parede; a instalação do mastro deve ser efetuada durante a construção da cobertura do edifício;
- O sistema de ligação à terra é da responsabilidade do instalador da rede elétrica do edifício.

O sistema de captação de sinais de satélite, composto por tantas antenas quantas as que o projetista definir como necessárias, será fixado, ou prevista a sua fixação, numa zona da cobertura do edifício com abertura de 180° para SUL. Só assim se garante a captação de todos os satélites, com emissão para território nacional. (ANACOM, 2010)

A rede de SMATV não é obrigatória.

Quando existir fará parte do projeto técnico, estando sujeita a todas as regras do manual ITED.

3.2.10.2.2.2. Redes individuais de cabos coaxiais

A rede individual de cabos coaxiais inicia-se no secundário RC-CC do ATI, sendo a distribuição em estrela até às tomadas de cliente.

A rede individual é constituída por uma única rede coaxial.

O projeto deve ser executado de modo a que as atenuações na cablagem da rede individual de cabos coaxiais não exceda a atenuação máxima referida, sendo determinada entre o secundário de RC-CC e as TT de cada fogo, para as frequências de teste que constam no ponto 14.2.1 dos ensaios do manual ITED, nomeadamente as frequências teste de 60, 90 e 750MHz e a classe de ligação TCD-C-H. Desta forma não devem ser excedidos os valores das atenuações máximas que constam na Tabela 3. 29, calculadas para o comprimento máximo de 100m, tal como definidos na EN 50173, e medidos na tomada coaxial conveniente.

Para avaliar se os valores das atenuações são, ou não, cumpridos, deve efetuar-se o ensaio de atenuação desde o secundário do RG-CC/CATV, até às tomadas de telecomunicações (TT) dos fogos.

Tabela 3. 29 - Valor máximo das atenuações na rede de CATV, por 100 metros (ANACOM, 2010)

Frequências de teste [MHz]	Atenuação máxima em 100 m [dB]
60	6 + aRC + aTT
90	7 + aRC + aTT
750	22 + aRC + aTT
Nota	
aRC – atenuação introduzida pelo RC-CC do CATV, do ATI.	
aTT – atenuação introduzida pela TT.	

Para cada fogo devem ser assinaladas as tomadas de acordo com o seguinte:

Mais favorecida (+F) e a Menos favorecida (-F).

Entende-se por tomada coaxial mais favorecida aquela cuja ligação permanente possui menor atenuação, enquanto tomada coaxial menos favorecida aquela cuja ligação permanente possui maior atenuação.

Os cálculos das atenuações efetuadas devem ser indicados no projeto, devendo ser indicado o resultado do somatório da atenuação até ao primário do RC-CC, incluindo o próprio RC-CC, calculado tal como o referido anteriormente, e a atenuação desde o secundário do RC-CC até à tomada -F de cada fogo.

Este valor deve ser indicado no primário do RG-CC, pois é essencial para os operadores públicos de comunicações eletrónicas poderem ajustar as suas redes à rede do edifício. (ANACOM, 2010)

3.2.10.2.3. Redes de cabos de fibra ótica

O projeto da rede de fibras óticas do edifício deve definir o tipo de RG-FO a instalar, o tipo de cabos a utilizar na instalação da rede coletiva, a terminação no primário do ATI e a ligação deste pelo menos até às 2 tomadas óticas da ZAP. (ANACOM, 2010)

3.2.10.2.3.1. Rede coletiva

A rede coletiva de FO é constituída pelo secundário do RG-FO, pelos cabos de distribuição no edifício e pela terminação no RC-FO. O secundário do RG-FO, tal como está descrito, deve conter a terminação de duas fibras por fração em conectores de tipo SC/APC, apenas acessível aos operadores através da parte externa dos acopladores terminais.

O RG-FO pode ser implementado através de um módulo de edifício que constitui o secundário do RG-FO, e de sucessivos módulos de igual estrutura que vão sendo acrescentados pelos operadores à medida que vão chegando com as suas redes ao edifício, devendo ser reservado espaço para a colocação destes módulos, conforme indicado nas características do ATE.

Cada operador terá espaço disponível para colocar as suas terminações de FO. As terminações do secundário do RG-FO associado ao edifício e do primário associado ao operador devem, por questões de compatibilidade, ser do tipo SC/APC.

Recomenda-se que os compartimentos sejam modulares, sendo necessário definir qual o tipo de compartimento a instalar para o secundário do RG-FO, projetando espaço para pelo menos 2 operadores, idêntico ao do utilizado para a rede do edifício.

Os cabos da rede coletiva serão individualizados para cada fração, sendo os cabos individuais de cliente conectorizados localmente através de fusão com *pigtails*, ou com recurso a conectorização mecânica.

Os cabos de cliente devem ser do tipo G657 A ou B, devido a elevada imunidade a curvaturas mais exigentes. (ANACOM, 2010)

3.2.11. Instalações temporárias

Podem ser estabelecidas instalações com caráter temporário, durante a realização de exposições, congressos, ou em outros eventos limitados no tempo, em estaleiros e outras situações a considerar pelos proprietários dos edifícios, ou pela administração do conjunto de edifícios, sendo estas instalações desmanteladas após término do prazo definido para o evento.

De referir que estas instalações devem cumprir o preceituado no manual ITED, no que se refere à segurança de pessoas e bens, e serão autorizadas pelos proprietários dos edifícios ou dono da obra, mediante documento que comprove a não interferência com outros serviços. (ANACOM, 2010)

3.2.12. Telecomunicações em elevadores

As instalações que detiverem elevador, estas devem ser munidas através de cablagem, em pares de cobre, ou por outro sistema considerado conveniente.

Na instalação de cabo em pares de cobre deve prever-se a chegada à zona mais conveniente, nomeadamente à casa das máquinas, ou a um ATI para os serviços comuns, de um cabo de

pares de cobre de cat.6, a partir do RG-PC, terminado numa tomada RJ45 ou noutro dispositivo considerado adequado.

As telecomunicações respeitantes aos elevadores será efetuada através da rede de tubagens coletiva. (ANACOM, 2010)

3.2.13. Adaptação dos edifícios construídos à instalação de fibra ótica

A alteração das infraestruturas dos edifícios para adoção de instalação de FO de acordo com o manual ITED em vigor, é função das redes de tubagens e cablagens existentes, em que as infraestruturas de telecomunicações construídas ao abrigo do DL 59/2000, de acordo com as prescrições e especificações técnicas da 1ª edição do manual ITED, devem ser obrigatoriamente consideradas na elaboração do projeto e instalação da cablagem de fibra ótica, cujos requisitos a observar na elaboração do projeto da rede coletiva de cabos de fibra ótica deve respeitar:

- O projetista deve ter em conta a rede coletiva de tubagens existente, nomeadamente as dimensões do ATE, das caixas da CM-PC (Coluna Montante de Pares de Cobre) e CM-CC (Coluna Montante de Cabos Coaxiais) e respetivos tubos de reserva;
- São elegíveis, para albergar o RG-FO, todos os espaços pertencentes a rede coletiva de tubagens. O espaço deve ter capacidade para a instalação do secundário e dos primários, pelo menos, de dois operadores. O projetista deve efetuar a escolha do espaço de acordo com os seguintes critérios:
 - Deve ser privilegiada a escolha do ATE. Caso este seja constituído por 2 caixas, deve ter-se em conta o espaço existente em cada uma das caixas, podendo o secundário do RG-FO ser desdobrado por cada uma delas, para garantir o espaço necessário à instalação dos primários;
 - Está garantido o acesso a todos os fogos, por parte dos dois operadores, dado que as tubagens coletivas, quer em PC quer em CC, acedem a todos os clientes.

No manual ITED refere-se ainda as seguintes alterações bem como as respetivas alterações às instalações: alteração de edifícios com infraestruturas ITED, alteração de edifícios com infraestruturas RITA e a alteração de edifícios com infraestruturas pré-RITA; (ANACOM, 2010)

3.2.14. Ligação de terra e proteções

A ligação de terra e respetivas proteções tem como objetivo assegurar os problemas inerentes às descargas atmosféricas, interferências e a implementação prática da rede de terras respeitando a atual legislação nomeadamente o manual de ITED (cap. 15).

O sistema de terras deve ter sempre em consideração não só o sistema de telecomunicações mas também o sistema elétrico de potência. Deste modo, este sistema deve ter por objetivo as seguintes funções:

- **Segurança de pessoas:** evitando potenciais perigosos de toque e de passo, através de terras de baixa impedância e ligação a terra de equipamentos que permitam contactos diretos que possam resultar em tensões perigosas, originadas por defeitos elétricos ou descargas atmosféricas;
- **Proteção do equipamento e do edifício:** por ligação direta à terra, de baixa impedância, dos equipamentos elétricos e dos dispositivos de proteção contra sobretensões, de modo a permitir que as correntes originadas por defeitos ou descargas atmosféricas sejam rapidamente dissipadas e não resultem em tensões perigosas;
- **Redução do ruído elétrico:** um bom sistema de terras ajuda a reduzir o ruído elétrico.

Assim, no sentido de minimizar os efeitos das fontes de perturbação eletromagnética, o sistema de terras deve ter em consideração os seguintes aspetos:

- Ajudar à dissipação da energia proveniente das descargas atmosféricas;
- Proporcionar a segurança no caso de algo provocar tensões perigosas nas massas dos equipamentos;
- Proporcionar uma referência estável para os equipamentos de telecomunicações de modo a minimizar o ruído durante o seu funcionamento;
- Estar devidamente ligado de modo a permitir um ponto de equipotencialidade.

A ligação entre os condutores e a terra é efetuada através dos designados elétrodos de terra. Quanto às propriedades elétricas de uma ligação à terra dependem, essencialmente, dos seguintes parâmetros: **Impedância da terra** e a **configuração do elétrodo de terra**.

O recomendado para a rede de terras das telecomunicações, associada à rede de terras da instalação elétrica do edifício:

- Anel de terras, constituído por cabo cobre nu (secção ≥ 25 mm²) ou fita de aço galvanizado (secção ≥ 100 mm²), enterrado ao nível das fundações do edifício, e que será ligado a intervalos regulares a estrutura metálica das sapatas de modo a obter um anel com uma impedância de terra não superior a 1Ω . Esta ligação à estrutura metálica das sapatas deve ser efetuada de modo a que a distância máxima entre ligações não exceda os 10 m.
- Vareta, tubo ou chapa, para interligação com o anel de terras através de soldadura aluminotérmica.
- As dimensões mínimas (diâmetro x comprimento) destes elétrodos devem ser:
 - Varetas em cobre ou aço, \varnothing 15mm x 2m.
 - Tubos em cobre, \varnothing 20mm x 2m.
 - Tubos em aço, \varnothing 55mm x 2m.

- As chapas em aço devem ter dimensões mínimas de espessura de 2 mm e superfície de contacto com a terra de 1 m².
- Em cada um dos vértices das fundações do edifício poderá ser colocado um eléctrodo deste tipo.
- Para além do pressuposto anterior, em edifícios ocupando áreas do solo relativamente elevadas (superiores a 1000 m²), devem ser colocados eléctrodos ligados nos pontos correspondentes às ligações à estrutura metálica das sapatas das fundações.
 - Condutores de terra, com origem no eléctrodo, que ligarão ao terminal principal de terra do edifício, através de um ligador amovível, e deste aos barramentos de terra dos armários de telecomunicações. As secções mínimas serão de 25 mm² se em cobre. Na ligação das prumadas ao anel poderá ser colocado um eléctrodo de terra do tipo vareta, ligado por soldadura aluminotérmica;
 - Condutores de proteção e de equipotencialidade, a sua secção não será inferior a 6 mm², se de cobre, ou de secção equivalente, se de outro material. Destinam-se a efetuar a ligação dos condutores de terra a estrutura do edifício. Esta ligação poderá existir em cada piso do edifício. Efetuam também a ligação entre a rede de terras das telecomunicações com a rede geral de terra do edifício.
- Quanto à proteção contra descargas atmosféricas, esta proteção será efetuada através de sistema de para-raios do edifício caso exista. No caso de tal não existir, os sistemas de antenas devem estar preparados para este tipo de proteção. Nesta situação, as antenas devem ser ligadas diretamente ao anel de terras. Neste ponto de ligação poderá ser colocado um eléctrodo de terra do tipo vareta, ligado por soldadura aluminotérmica.

Para que o dimensionamento da rede de terras e o dimensionamento das proteções seja realizado de acordo com as recomendações de modo a ser um bom sistema de terras, este deve cumprir os requisitos mínimos obrigatórios como se pode verificar no esquema elétrico e de terras da Figura 3. 16.

Na Figura 3. 15 pode-se observar um exemplo de pormenor na montagem do sistema de terras no mastro das antenas.

Quanto à legenda do esquema elétrico e de terras das ITED (Figura 3. 16) encontra-se na Tabela 3. 30.

Tabela 3. 30 - Legenda do esquema elétrico e de terras das ITED (ANACOM, 2010)

Legenda do esquema elétrico e de terras	
Gx	Condutor de proteção com “x” mm ² de secção.
3G2,5	3 Condutores de cobre, de 2,5mm ² de secção cada um, sendo um de proteção.
DST	Descarregador de sobretensão para cabos coaxiais.
BGT	Barramento Geral de Terras das ITED.

QE	Quadro de Entrada de fogo.
●●●●●	Terminal de equipotencialidade.
Y	Tomada de corrente a 230V/50Hz.
ATE	Armário de Telecomunicações de Edifício.
ATI	Armário de Telecomunicações Individual.
Notas	
<p>1. A ligação do mastro das antenas a terra é obrigatória, de acordo com o estabelecido no ponto 559.4 das RTIEBT, aprovadas pela Portaria nº 949-A/2006.</p> <p>2. O DST garante uma tensão de escorvamento para a terra, inferior a tensão admitida para o equipamento instalado no ATE-superior. A ligação do DST a terra deve ser efetuado diretamente ao mastro das antenas.</p> <p>3. O ligador amovível das ITED (normalmente entre o BGT e o TPT) é facultativo.</p> <p>4. O circuito elétrico dos ATE será proveniente dos quadros de serviços comuns, quando existam.</p> <p>5. O dimensionamento dos condutores de proteção é entendido como mínimo.</p>	

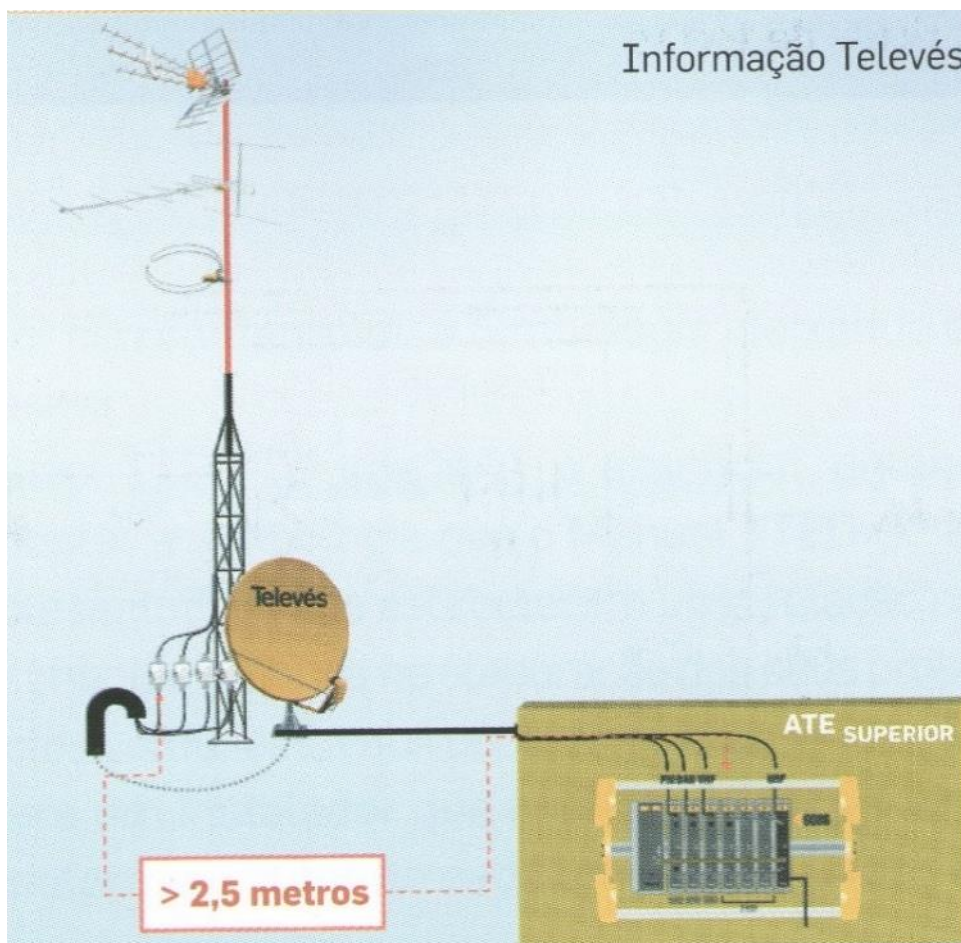


Figura 3. 15 - Pormenor na montagem do sistema de terras no mastro das antenas (ACIST, 2010)

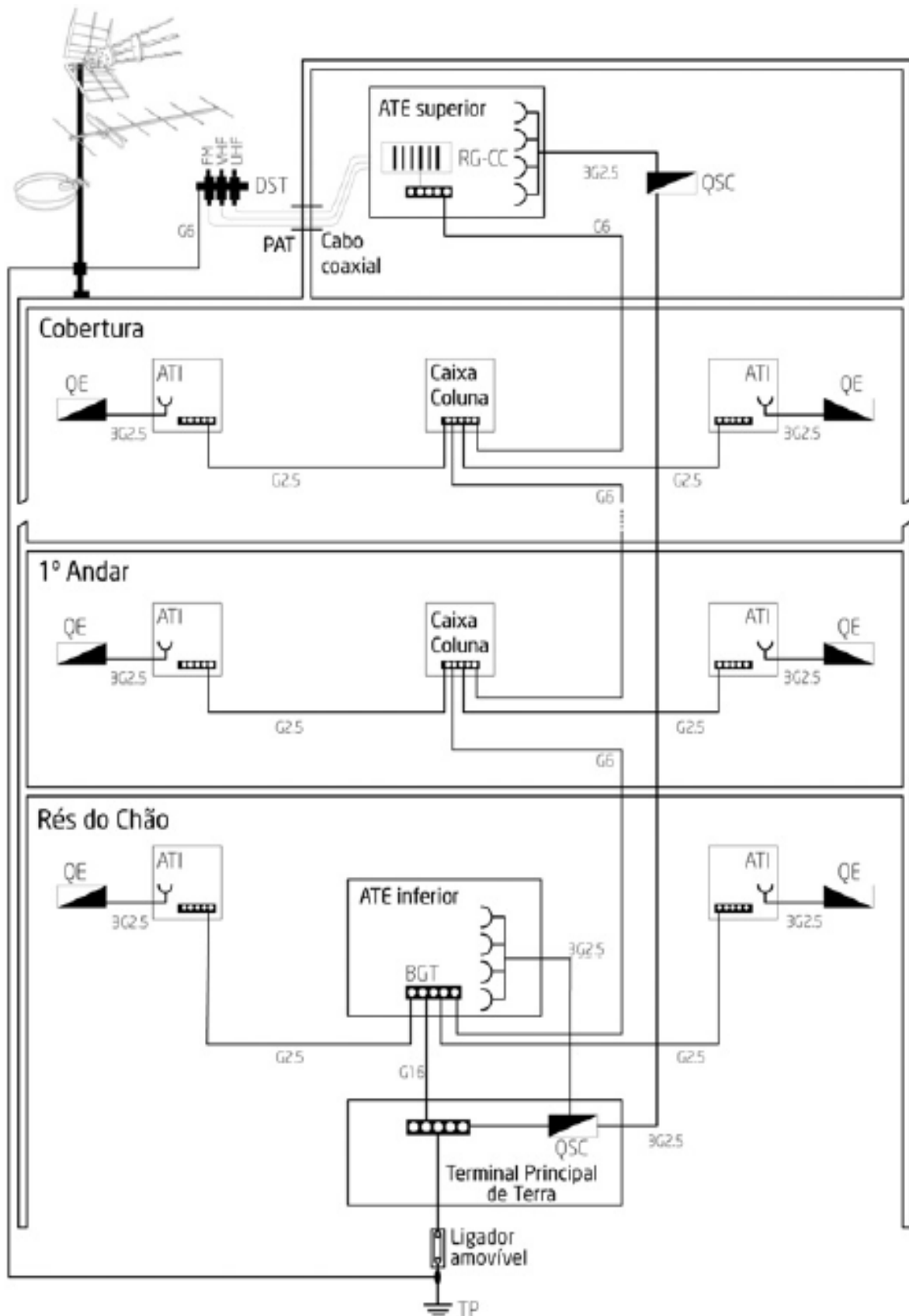


Figura 3. 16- Esquema elétrico e de Terras (ANACOM, 2010)

Análise de Projetos

Durante a realização do estágio foram vários os tipos de trabalhos realizados pelo estagiário, nomeadamente:

- Ampliação e/ remodelação de instalações existentes;
- Projetos retificativos;
- Correções / e pedidos de esclarecimentos;
- Iluminação pública de/ arruamentos;
- Ligações eventuais;
- Vistorias.

Portanto de modo a abordar todos os pontos de trabalho, de seguida irão ser estudados alguns dos projetos elaborados.

Para o primeiro caso, ampliação/remodelação a escolha recaiu sobre uma estação de tratamento de águas residuais (capítulo 4) devido a ser uma instalação diferente de todas as instalações abordadas pelo estagiário em todo o seu percurso académico.

O segundo caso de estudo será sobre um projeto elétrico retificativo de uma empresa de serração de madeira, a razão da sua escolha foi devido a ser um caso especial, apresentando várias condicionantes em termos de projeto, nomeadamente a reestruturação de alimentação às instalações como se poderá observar no capítulo 5.

O terceiro estudo de caso (capítulo 6) é referente à remodelação de um pavilhão gimnodesportivo situado em Ventosa do Bairro a nível do projeto das instalações elétricas e infraestruturas de telecomunicações, a escolha deste edifício recaiu sobretudo devido a ser uma obra na qual o estagiário esteve envolvido nas duas especialidades e ser uma instalação que ao dispor de um bar obriga a instalação a possuir duas baixadas independentes (dois contadores) uma vez que o bar poderá funcionar de forma independente.

As razões que levaram à escolha dos projetos relativos às correções/esclarecimentos foi sobretudo demonstrar o tipo de trabalho solicitado pelas entidades competentes para o efeito, dando a conhecer assim dois exemplos de cada projeto elétrico respetivo a cada entidade responsável pela certificação das instalações.

Quanto à iluminação pública/ e arruamentos refere-se o projeto elétrico do arruamento de acesso à escola de Salreu. Para as ligações eventuais a festa do leiteão, a festa dos jogos sem fronteiras e a feira do vinho e da vinha.

E por fim, as vistorias nomeadamente em relação à herdade Defesa e Barros em Avis a qual passou por verificar o valor das resistências das terras de proteção, de serviço e do transformador, e a praça do Município de Anadia, nomeadamente a um quiosque e a um restaurante.

CAPÍTULO IV – ETAR de Sangalhos

4.1. Considerações Gerais

O seguinte estudo refere-se à remodelação e/ ampliação da Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) de Sangalhos, Anadia.

O projeto é referente às instalações elétricas e foi solicitado pela câmara municipal de Anadia, estando este já parcialmente elaborado, apresentando várias inconformidades com o que era pretendido pelo dono de obra.

As instalações elétricas foram executadas de acordo com os requisitos na legislação em vigor, entendendo-se necessário a caracterização do edifício do ponto de vista da utilização impostos pelas RTIEBT, bem como a sua classificação do ponto de vista da verificação da necessidade de licenciamento das instalações elétricas conforme o RLIE, o qual foi reformulado pelo DL 101/2007, de 2 de abril.

De acordo com as RTIEBT na secção 801.4 verifica-se que o edifício foi classificado como “Locais afetos a serviços técnicos”, e verificando o que no capítulo 2 relativamente à classificação das instalações é descrito, a presente instalação é classificada como categoria de instalação do tipo B, carecendo de projeto para aprovação da responsabilidade do Ministério da Economia, DRE.

Como primeira abordagem, começou-se por efetuar o estudo do projeto existente para posteriormente em reuniões com o SMAS – Divisão Técnica e o empreiteiro da obra definir quais as correções, alterações necessárias ao projeto.

Uma vez definidas as alterações pelo dono de obra as quais constam em anexo (Anexo A3), o qual é composto por: correio eletrónico, relatórios das reuniões e excerto das anotações das peças desenhadas, procedeu-se à elaboração de um projeto provisório de modo a servir de documento base para reunião em obra até todos os pormenores estarem definidos, e para que na fase seguinte seja elaborado um projeto final para submeter à aprovação.

4.2. Constituição da ETAR

O edifício quanto à sua constituição é definido de acordo com a Figura 4. 1, constituído pelos seguintes órgãos e equipamentos principais de tratamento:

- Uma estação elevatória inicial, com gradagem mecânica (existente);
- Um desarenador-desengordurador, com duas câmaras de remoção de areias e gorduras, que inclui dois compressores de baixa pressão;
- Um classificador de areias e um separador de gorduras;
- Sistema de remoção de fósforo, que inclui bombas de adição de sulfato de alumínio, um tanque de preparação de leite de cal e bombas de doseamento deste reagente.
- Dois decantadores primários e respetivas pontes raspadoras;
- Uma estação elevatória de lamas primárias;
- Quatro tanques de arejamento;
- Dois decantadores secundários e respetivas pontes raspadoras;
- Um sistema de reutilização de água tratada, que inclui uma estação elevatória de efluente tratado, um equipamento de filtração, um reator de desinfecção UV, um reservatório de água desidratada e uma central hidropressora;
- Duas estações elevatórias de lamas secundárias;
- Um espessador gravítico de lamas mistas;
- Um tanque de armazenamento e homogeneização de lamas espessadas;
- Uma estação elevatória de lamas espessadas;
- Sistema de desidratação mecânica de lamas espessadas, constituído por duas centrífugas, uma unidade de preparação automática de polielectrólito, dois extratores-transportadores de cal viva e dois parafusos misturadores-transportadores, além das bombas necessárias a esta etapa;
- Um silo de armazenamento de lamas desidratadas, equipado com sem-fim extrator;
- Edifício de Exploração / Desidratação de Lamas;
- Edifício existente a remodelar relativo à Produção de ar de serviço.

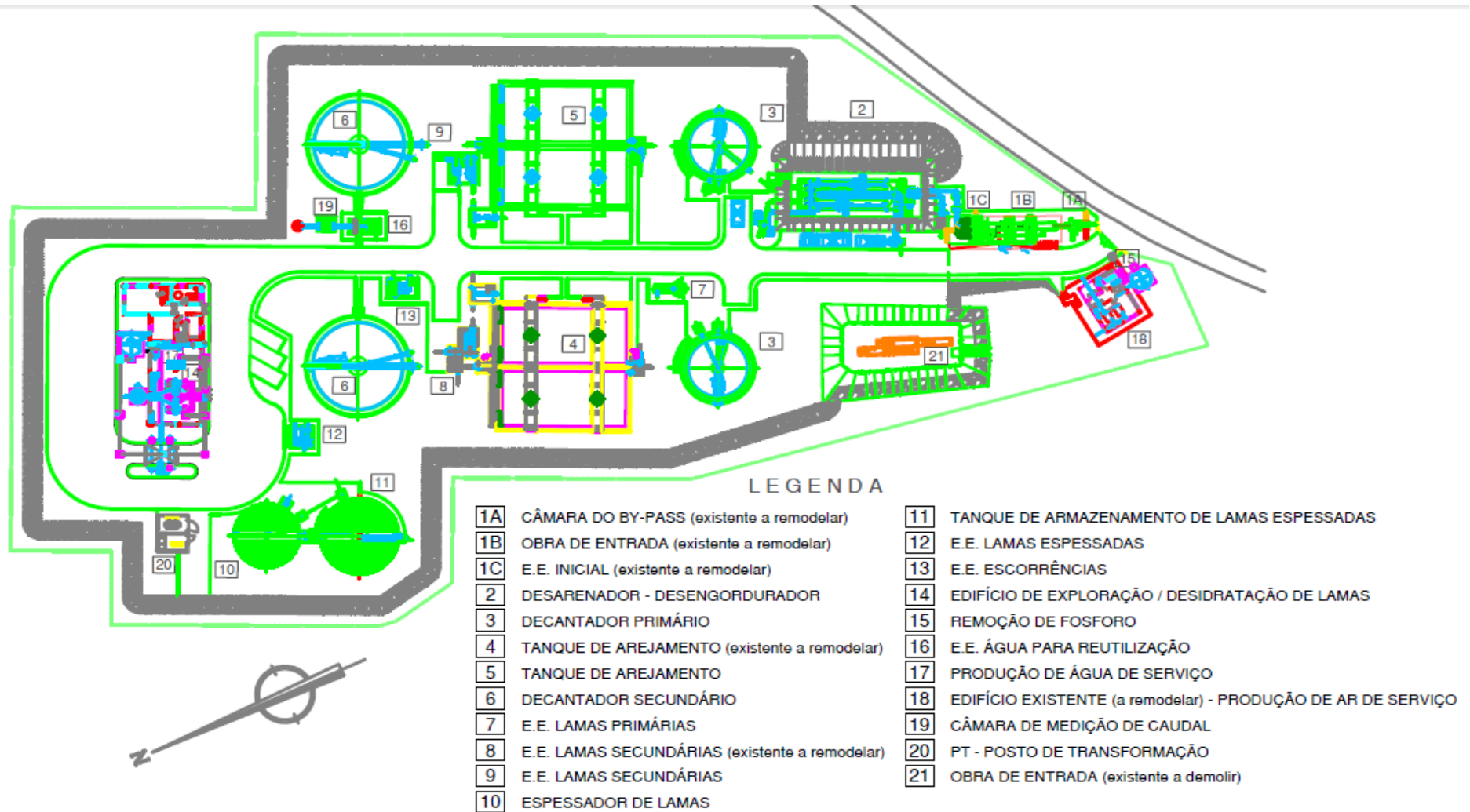


Figura 4. 1- Constituição da ETAR de Sangalhos

4.3. Elaboração do Projeto

Este projeto, constituído conjuntamente pela descrição neste capítulo consignado à ETAR de Sangalhos (Anexo A), complementado pelas peças escritas (Anexo A.1) e peças desenhadas (Anexo A.2), as quais devem ser interpretadas em conjunto, destina-se a definir as condições de estabelecimento das instalações elétricas, para satisfação das disposições regulamentares impostas pelas RTIEBT.

Na conceção do projeto elétrico, foi definido em reunião, com o conhecimento do projetista, Eng.º Paulo Coelho, subempreiteiro e Câmara Municipal de Anadia bem como através de correio eletrónico da parte do empreiteiro de obra (Anexo A.3) o que deveria estar contido no projeto e as alterações pretendidas, como por exemplo a canalização de alimentação aos equipamentos.

Há ainda a considerar o capítulo 3 que refere as considerações gerais na elaboração do projeto elétrico, com primordial importância a nível da classificação dos locais, canalização, quadros elétricos e dimensionamento.

As instalações de utilização do projeto compreendem:

- Elementos individuais do Autor de Projeto;
- Ficha de Identificação;
- Termo de Responsabilidade;
- Memória Descritiva e Justificativa;
- Lista de consumidores;
- Medidas e orçamento;
- Peças Desenhadas:
 - Planta de Localização (escala 1:25000);
 - Planta de Implantação (escala 1:2000);
 - Instalações Elétricas (escala 1:100):
 - Iluminação Normal e de Segurança;
 - Tomadas/Alimentação e localização das Máquinas;
 - Posto de Transformação (esquema unifilar do P.T. – escala 1:50/1:20);
 - Quadros Elétricos (sem escala).
 - Classificação de Locais;
 - Poste de Transição de média tensão para alimentação ao posto de transformação próprio;

4.4. Seleção dos equipamentos em função da classificação de locais

O presente edifício devido à sua localização será classificado quanto às influências externas de acordo com o referido no capítulo 3, nomeadamente quanto à codificação e classificação presentes no ponto 3.1.1, segundo a classificação dos índices de proteção IP e IK descritos nos pontos 3.1.2 e 3.1.3, bem como as regras indicadas no ponto 3.1.4 podendo assim concluir quais as características dos equipamentos ou materiais a utilizar na instalação, estando esta classificação representada nas peças desenhadas anexas (Anexo A.2.12 ao Anexo A.2.14).

4.5. Iluminação

A rede de iluminação foi projetada de raiz pois era uma falha no projeto existente, relativamente ao edifício exploração/desidratação de lamas e do edifício de produção de ar de serviço. A rede de iluminação encontra-se desenhada em anexo (Anexo A.2.4, Anexo A.2.6, Anexo A.2.7), sendo composta por: iluminação normal e iluminação de segurança.

Todos os circuitos têm proteção sensível às correntes diferenciais por intermédio de interruptores diferenciais, com sensibilidades regulamentares e seletivas.

A iluminação de segurança é assegurada por armaduras de emergência equipadas com lâmpadas fluorescentes e baterias de níquel cádmio (NiCd) estanques de alta temperatura, com led verde indicador de carga, da classe II de isolamento, tensão de alimentação 230V-50Hz e com uma autonomia até 1 hora, com comando também por telecomando.

Nas áreas de circulação de pessoas e saídas principais do edifício, os letreiros de saída são do tipo permanente (com 2 lâmpadas fluorescentes de 8W), regulamentarmente alimentados e comandados por interruptor próprio a partir dos respetivos quadros de modo a assegurar a iluminação dos percursos de fuga em caso de falha de energia.

Relativamente à iluminação exterior, encontra-se projetada em anexo (Anexo A.2.9), para onde se projetaram armaduras do tipo iluminação pública, idênticas à série Z da Schröder ou equivalente, equipadas com lâmpadas SON 125 W, montadas em colunas metálicas de 7 m de altura útil, ou em postelete de fixação no edifício de exploração. As armaduras de iluminação garantem que o fluxo luminoso seja totalmente dirigido para baixo, não dando lugar a situações de poluição luminosa. O comando dos circuitos de iluminação exterior é feito por relógio e por comando manual montado em paralelo.

4.6. Tomadas/Equipamentos

As tomadas de usos gerais são do tipo “schuko” com tampa 2P+T, 230V-50Hz, com uma corrente estipulada não superior a 16 A e instaladas nos locais indicados nas peças desenhadas

(Anexo A.2.4, Anexo A.2.5, Anexo A.2.8), a uma altura útil de 0.30m a partir da cota do pavimento de acordo com os fins a que se destina.

Quanto aos equipamentos, realizou-se o levantamento das cargas elétricas constatando-se em reuniões realizadas com os responsáveis da obra que estas não detinham coerência entre o existente e o que era pretendido ou seja, havia equipamentos aprovados que não constavam em desenho como equipamentos representados em desenho no local errado. Apresentavam ainda potências de equipamento incorretas, tendo-se definido o seu local, tanto dos equipamentos existentes como dos novos equipamentos, e elaborou-se a Tabela 4. 1.

Em primeira instância podemos ainda constatar na Tabela 4. 1 a potência total instalada relativa aos equipamentos da ETAR (potência simultânea).

Tabela 4. 1 – ETAR de Sangalhos - Lista de consumidores

QUADRO PARCIAL	ITEM	DESIGNAÇÃO	EQUIPAM. INSTALADOS	RESER.	POTÊNCIA UNITÁRIA (kW)	POTENCIA SIMULTÂNEA (kW)	POTÊNCIA INSTALADA (kW)	
1A - CÂMARA DO BY-PASS GERAL								
	EQ-1A.1	Válvula mural manual com acionamento por volante, DN400	1		0,00	0,00	0,00	
1B - OBRA DE ENTRADA								
QPI	EQ-1B.1	Grade mecânica vertical de malha grossa	1		0,75	0,75	0,75	
	EQ-1B.2	Grade mecânica vertical de malha fina	1		0,75	0,75	0,75	
	EQ-1B.5	Diferencial elétrico de corrente	2	1	1,50	1,50	3,00	
	1C - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA INICIAL							
	EQ-1C.1	Grupo eletrobomba submersível	3	1	5,50	11,00	16,50	
	EQ-1C.5	Medidor de caudal eletromagnético, DN250	1		0,15	0,15	0,15	
	EQ-1C.6	Medidor de caudal eletromagnético, DN300	1		0,15	0,15	0,15	
	EQ-1C.7	Medidor de nível ultrassónico	1		0,15	0,15	0,15	
	2 - DESARENADOR/DESENGORDURADOR							
	EQ-2.1	Ponte raspadora	2		0,43	0,86	0,86	
EQ-2.2	Classificador de areias	1		0,37	0,37	0,37		
EQ-2.3	Separador de gorduras/flutuantes	1		0,25	0,25	0,25		
EQ-2.4	Grupo eletrobomba submersível	2		1,30	2,60	2,60		

QUADRO PARCIAL	ITEM	DESIGNAÇÃO	EQUIPAM. INSTALADOS	RESER.	POTÊNCIA UNITÁRIA (kW)	POTENCIA SIMULTÂNEA (kW)	POTÊNCIA INSTALADA (kW)	
	EQ-2.12	Amostrador automático, refrigerado	1		0,50	0,50	0,50	
	EQ-2.13	Controlador para 6 sensores (pH, condutividade, SST, SAC e temperatura)	2		0,50	1,00	1,00	
	EQ-2.19	Medidor de caudal eletromagnético, DN150	1		0,15	0,15	0,15	
	3 - DECANTADORES PRIMÁRIOS							
	EQ-3.1	Ponte raspadora	2		0,18	0,36	0,36	
	EQ-3.2	Válvula mural com atuador elétrico, DN350	4	2	1,00	2,00	4,00	
	EQ-3.3	Válvula de membrana DN80 PN10, flangeada, com atuador elétrico	2		0,18	0,36	0,36	
	EQ-3.5	Controlador para 4 sensores (nível e perfil do manto de lamas e SST de lamas primárias),	2		0,50	1,00	1,00	
	7 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE LAMAS PRIMÁRIAS							
	EQ-7.1	Grupo eletrobomba submersível	2		2,20	4,40	4,40	
	EQ-7,6	Medidor de nível ultrassónico	1		0,15			
	EQ-7.8	Controlador para 4 sensores (SST)	1		0,50	0,50	0,50	
	15 - REMOÇÃO DE FOSFORO							
	EQ-15.2	Bomba doseadora	3	1	0,50	1,00	1,50	
	EQ-15.4	Agitador para leite de cal	1		0,50	0,50	0,50	
	EQ-15.5	Bomba doseadora	3	1	0,50	1,00	1,50	
	EQ-15.6	Sonda de nível hidrostática	2		0,15		0,30	
	EQ-15.7	Medidor de caudal eletromagnético, DN15	1		0,15	0,15	0,15	
	18 - PRODUÇÃO DE AR DE SERVIÇO							
	EQ-18.1	Electrocompressor de baixa pressão ("blower")	2		18,50	37,00	37,00	
EQ-18.3	Electrocompressor de pistão	1		3,00	3,00	3,00		
EQ-18.4	Diferencial elétrico	1		7,50	7,50	7,50		
QP3.3	4 - TANQUE DE AREJAMENTO "EXISTENTE A REMODELAR" (LINHA 1)							
	EQ-4.1	Arejadores lentos de superfície	4		11,00	44,00	44,00	

QUADRO PARCIAL	ITEM	DESIGNAÇÃO	EQUIPAM. INSTALADOS	RESER.	POTÊNCIA UNITÁRIA (kW)	POTENCIA SIMULTÂNEA (kW)	POTÊNCIA INSTALADA (kW)
	EQ-4.4	Controlador para 8 sensores (O ₂ , pH, SST, PO ₄ , NH ₄ , NO ₃)	1		0,50	0,50	0,50
	5 - TANQUE DE AREJAMENTO "A CONSTRUIR" (LINHA 2)						
	EQ-5.1	Arejador de superfície	4		11,00	44,00	44,00
	EQ-5.4	Controlador para 8 sensores (O ₂ , pH, SST, PO ₄ , NH ₄ , NO ₃)	1		0,50	0,50	0,50
	6 - DECANTADORES SECUNDÁRIOS						
	EQ-6.1	Ponte raspadora	2		0,50	1,00	1,00
	EQ-6.2	Controlador para 4 sensores (nível e perfil do manto de lamas e SST de lamas secundárias)	2		0,50	1,00	1,00
	8 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE RECIRCULAÇÃO DE LAMAS E LAMAS EM EXCESSO (LINHA 1)						
	EQ-8.1	Grupo eletrobomba submersível	2		4,00	8,00	8,00
	EQ-8.2	Grupo eletrobomba submersível	2		2,20	4,40	4,40
	EQ-8.8	Válvula mural DN250, com atuador elétrico	1		1,00	1,00	1,00
	EQ-8.8	Resistência anti condensação	1		-	-	-
	EQ-8.9	Medidor de caudal eletromagnético, DN250	1		0,15	0,15	0,15
	EQ-8.10	Medidor de Nível	1				
	9 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE RECIRCULAÇÃO DE LAMAS E LAMAS EM EXCESSO (LINHA 2)						
	EQ-9.1	Grupo eletrobomba submersível	2		4,00	8,00	8,00
	EQ-9.2	Grupo eletrobomba submersível	2		2,20	4,40	4,40
	EQ-9.8	Válvula mural DN250, com atuador elétrico	1		1,00	1,00	1,00
	EQ-9.8	Resistência anti condensação	1		-	-	-
	EQ-9.9	Medidor de caudal eletromagnético, DN250	1		0,15	0,15	0,15
	EQ-9.10	Medidor de Nível	1				
	13 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESCORRÊNCIAS						
	EQ-13.1	Grupo eletrobomba submersível	2		5,50	11,00	11,00
	EQ-13.5	Medidor de Nível	1				
	16 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA PARA REUTILIZAÇÃO						
	EQ-16.1	Grupo eletrobomba submersível	2	1	2,00	2,00	4,00
	EQ-16.5	Medidor de Nível	1				

QUADRO PARCIAL	ITEM	DESIGNAÇÃO	EQUIPAM. INSTALADOS	RESER.	POTÊNCIA UNITÁRIA (kW)	POTENCIA SIMULTÂNEA (kW)	POTÊNCIA INSTALADA (kW)
	19 - MEDIÇÃO DE CAUDAL DO EFLUENTE FINAL						
	EQ-19.1	Medidor de caudal eletromagnético, DN400	1		0,15	0,15	0,15
	EQ-19.3	Amostrador automático, refrigerado	1		0,50	0,50	0,50
QP4	10 - ESPESSADOR						
	EQ-10.1	Adensador de lammas	1		0,55	0,55	0,55
	EQ-10.2	Válvula de membrana DN100, do tipo "PIC", "on-off" com atuador pneumático	1		0,15	0,15	0,15
	EQ-10.4	Medidor de caudal eletromagnético, DN100	1		0,15	0,15	0,15
	EQ-10.5	Medidor de caudal eletromagnético, DN100	2		0,15	0,30	0,30
	EQ-10.6	Controlador para 4 sensores (nível de lammas e SST de lammas espessadas)	1		0,50	0,50	0,50
	11 - TANQUE DE ARMAZENAMENTO DE LAMMAS ESPESSADAS						
	EQ-11.1	Electroagitador/misturador submersível	2		1,80	3,60	3,60
	EQ-11.2	Válvula de membrana, DN100, do tipo "PIC", "on-off" com atuador pneumático	1		0,15	0,15	0,15
	EQ-11.4	LISA	1		0,15	0,15	0,15
	EQ-11.5	Detetor Vibratório	1		0,15	0,15	0,15
	EQ-11.6	Válvula de macho esférico, DN25 com atuador pneumático	1		0,15	0,15	0,15
	12 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE LAMMAS ESPESSADAS						
	EQ-12.1	Grupo eletrobomba volumétrica de parafuso excêntrico	3	1	3,00	6,00	9,00
	EQ-12.2	Electroválvula Água de Serviço	1				
	EQ-12.4	Válvula de macho esférico, DN25, com atuador pneumático	2		0,15	0,30	0,30
	14 - DESIDRATAÇÃO MECÂNICA DE LAMMAS						
	EQ-14.1	Unidade de desidratação mecânica (centrífuga)	2		30,00	60,00	60,00
	EQ-14.2	Misturador/transporta	2		0,75	1,50	1,50

QUADRO PARCIAL	ITEM	DESIGNAÇÃO	EQUIPAM. INSTALADOS	RESER.	POTÊNCIA UNITÁRIA (kW)	POTENCIA SIMULTÂNEA (kW)	POTÊNCIA INSTALADA (kW)
		dor					
	EQ-14.3	Bomba de parafuso excêntrico	2		4,00	8,00	8,00
	EQ-14.4	Estação de preparação de polielectrólito	1		5,00	5,00	5,00
	EQ-14.6	Bomba de parafuso excêntrico	3	1	1,20	2,40	3,60
	EQ-14.7	Medidor de caudal eletromagnético, DN80	2		0,15	0,30	0,30
	EQ-14.8	Medidor de caudal eletromagnético, DN25	2		0,15	0,30	0,30
	EQ-14.9	Controlador para 4 sensores (SST de lamas)	1		0,50	0,50	0,50
	EQ-14.12	Diferencial elétrico	2	1	13,50	13,50	27,00
	EQ-14.13	Electroventilador helicoidal	2		1,50	3,00	3,00
	EQ-14.14	Electrocompressor de pistão	1		3,00	3,00	3,00
	EQ-14.16	Válvula de macho esférico, DN25, com atuador pneumático	2		0,15	0,30	0,30
	EQ-14.18	Parafuso sem-fim, extrator/doseador de cal viva	2		2,00	4,00	4,00
	EQ-14.19	Medidor de Nível tipo Radar	1				
	EQ-14.20	Silo de lamas desidratadas, com dispositivo de extração	1		5,50	5,50	5,50
	EQ-14.21	Medidor de Nível tipo Radar	1				
	EQ-14.22	Válvula de guilhotina do dispositivo de extração do silo de lamas desidratadas	1		0,37	0,37	0,37
	17 - PRODUÇÃO DE ÁGUA DE SERVIÇO (FILTRAÇÃO, DESINFECÇÃO, RESERVATÓRIO E CENTRAL HIDROPRESSORA)						
	EQ-17.1	Filtro de funcionamento em pressão de limpeza automática	1		0,25	0,25	0,25
	EQ-17.3	Medidor de caudal eletromagnético, DN100	1		0,15	0,15	0,15
	EQ-17.5	Sistema de desinfecção por UV (reator fechado)	1		1,12	1,12	1,12
	EQ-17.9	Medidor de Nível	1		0,15	0,15	0,15

QUADRO PARCIAL	ITEM	DESIGNAÇÃO	EQUIPAM. INSTALADOS	RESER.	POTÊNCIA UNITÁRIA (kW)	POTENCIA SIMULTÂNEA (kW)	POTÊNCIA INSTALADA (kW)
	EQ-17.11	Válvula de macho esférico, DN63, com atuador pneumático	1		0,15	0,15	0,15
	EQ-17.13	Central hidropneumática	1	1	7,50	0,00	7,50
					TOTAL	332,34	369,84

Depois de definida as cargas elétricas bem como o seu local de atuação, com auxílio do AutoCAD como ferramenta de desenho procedeu-se à elaboração da rede de distribuição e alimentação às máquinas de cada quadro elétrico, como se pode verificar nas peças desenhadas anexas (Anexo A.2.13 ao Anexo A.2.16).

4.7. Alimentação das Instalações

A alimentação de energia elétrica às instalações é feita em baixa tensão (BT) a partir de um posto de transformação próprio do tipo monobloco de 400 kVA.

O posto de transformação (PT) é alimentado através de uma linha de média tensão (MT) por intermédio de um poste de apoio de transição (fim de linha) com localização no terreno do dono de obra.

O quadro PT alimenta o quadro de entrada que fará a distribuição para os quadros parciais.

A rede de alimentadores para os respetivos quadros encontra-se desenhada em anexo (Anexo A.2.12).

4.8. Canalização

No projeto em estudo a canalização sofreu alteração de todos os cabos, passando de VAV para XV e alumínio LXV, bem como a alimentação de força motriz aos equipamentos.

Relativamente à canalização de alimentação aos quadros elétricos respetivos, estas foram dimensionadas novamente dado ao facto como referido anteriormente, à localização de novos equipamentos, à atualização dos equipamentos existentes bem como dada a junção dos quadros elétricos parciais 2 e 3 num só (caso analisado nos pontos seguintes).

Os circuitos de iluminação e tomadas são do tipo H1XV-U enfiados em tubo VD/ERFE, em instalação embebida ou do tipo H1XV-U em tetos falsos ou à vista sobre braçadeiras, sendo a secção de 1.5 mm² para a iluminação e 2.5 mm² para as tomadas, de acordo com a secção 524 quadro 52J das RTIEBT como se pode verificar nas considerações gerais na elaboração de um projeto no capítulo 3 ponto 3.1.6, Tabela 3. 4, e ainda a proteção a adotar segundo Tabela 3. 8.

No anexo A.1.5 encontra-se uma lista de todas as cargas da ETAR elaborada pelo estagiário a qual completa a Tabela 4. 1, visto conter toda a canalização de alimentação aos equipamentos e ainda a medição das respetivas canalizações.

No dimensionamento das canalizações e considerando o que foi referido no capítulo anterior, foram considerados os métodos de Referência D e E, de acordo com as RTIEBT quadro 52H e utilizadas as tabelas de correntes admissíveis 52-C11, 52-C12 e 52-C30, bem como utilizados os quadros para o fator temperatura do solo (quadro 52-D2) e o quadro para agrupamento de diversos circuitos (quadro 52-E4).

O método de referência E diz respeito a cabos multicondutores (com ou sem armadura) em cauleiras do tipo XV (cobre) ou LXV (alumínio).

O método de referência D diz respeito às canalizações enterradas, sendo constituídas por cabos do tipo XV (cobre) ou LXV (alumínio), secções indicadas e com proteção mecânica por tubos PEAD (Polietileno de Alta Densidade) (ponto 3.3.5), com código não inferior a IK08 e a uma distância de pelo menos 60 cm da superfície do solo, e 1,20 m no caso das canalizações de média tensão, em valas regulamentarmente sinalizadas.

4.9. Quadros elétricos

Os quadros elétricos já se encontravam localizados, contudo devido à inconformidade relativa às cargas e canalizações sofreram alterações, nomeadamente a nível de saídas, canalização e dispositivos de proteção. As alterações respetivas a cada quadro elétrico, bem como o esquema unifilar de cada quadro estão presentes em anexo (Anexo A.2.10, Anexo A.2.17 ao Anexo A.2.22).

É importante referir que quadro Q.P.2 e Q.P.3 foi projetado num só, o qual foi instalado em cabine construída para o efeito.

O quadro de entrada será de classe I, mas com a instalação de um toro diferencial permite a equivalência de todos os quadros à classe II, garantindo assim a proteção contra os choques elétricos pela utilização de duplo isolamento ou isolamento reforçado do equipamento instalado, abonando desta forma e por si só, a proteção do utilizador em caso de ocorrência de defeito.

4.10. Dimensionamento

Para o dimensionamento das canalizações bem como dos quadros elétricos, de acordo com os pontos 4.8 e 4.9, e ainda do capítulo 3 no que se refere ao dimensionamento (ponto 3.1.8) e quadros elétricos (ponto 3.1.7), segue-se um exemplo de dimensionamento para um dos métodos de referência, uma vez que os quadros parciais QP.1, QP.2.3, QP.4, Q.ENT e o Q.PT

dizem respeito ao mesmo método (método D), enquanto os quadros Q.IT e Q.ITP ao método E, e o raciocínio é o mesmo.

De referir que os cálculos efetuados para todos os quadros encontram-se em anexo – Anexo A1.1.

Quadro Parcial 1 – QP.1: Como ponto de partida foi necessário saber quais as cargas elétricas que o quadro irá alimentar, nomeadamente iluminação, tomadas e alimentação a máquinas, para estabelecer qual a potência do respetivo quadro. Relativamente à potência para iluminação e tomadas, esta é determinada de uma forma aproximada quer isto dizer, consoante a localização do quadro no edifício, prevê-se o número de circuitos que o quadro irá alimentar, ou seja, dado o número de circuitos de iluminação sabe-se qual o número de luminárias que o quadro terá de alimentar, somando as potências dos equipamentos sabe-se a potência necessária para a parte de iluminação. Em relação às tomadas o processo é semelhante, tendo em conta o número de circuitos e os aparelhos previsíveis de ligar a cada tomada, fazendo a soma da potência destes tem-se a potência para os circuitos de tomadas. No entanto, dada a diferença de potências dos diversos aparelhos do mercado estas potências estão sempre sujeitas a variações, além de que, há sempre a possibilidade das instalação virem a sofrer ampliações no futuro, desta forma, as potências atribuídas terão de contemplar estas variações, bem como, o quadro terá de ser projetado de modo a garantir eventuais ampliações.

Para a potência de alimentação a máquinas é determinada de acordo com o Tabela 4. 1 a qual diz respeito à lista de consumidores da ETAR para cada quadro elétrico.

De modo a obter a potência total do quadro basta somar todas as cargas envolvidas, bem como incluir de acordo com o referido no ponto 3.1.7 potência para reserva de modo a tornar a instalação mais flexível.

Dado que os equipamentos não operam em simultâneo multiplica-se a potência do quadro por um fator de simultaneidade, com o valor definido na Tabela 4. 2 (0,9).

Determinada a potência do quadro (S), através da equação 3 determina-se qual a corrente de serviço do respetivo quadro (I_B), obtendo assim a potência total do quadro QP.1 bem como a corrente de serviço que é (Tabela 4. 2):

Tabela 4. 2 - Cálculo da potência total e de I_b

Potências	
Iluminação	1,00 kVA
Tomadas	1,00 kVA
Reserva	0,30 kVA
Máquinas	104,70 kVA
TOTAL	$S = 107,00 \text{ kVA} \times 0,9 = 96,3 \text{ kVA}$ $I_b = 1,44 \times 96,3 \text{ kVA} = 144 \text{ A}$

Uma vez definida a potência bem como a corrente de serviço, é necessário selecionar uma canalização capaz de suportar as cargas respetivas, a qual de acordo com o método de referência escolhido (método D) por intermédio da tabela 52 – C30 determina-se a corrente admissível da canalização (I_z), a qual por aplicação da equação 4 será multiplicada pelo fator de correção de acordo com a tabela 52 – D2 das RTIEBT.

Após determinado I_b e o I_z foi ainda necessário dimensionar uma proteção contra sobrecargas de forma a proteger a canalização, a qual devia respeitar as condições impostas pela equação 5 e a Figura 3. 4 que demonstra a relação entre as grandezas.

De modo a selecionar a corrente nominal da proteção é necessário consultar a Tabela 3. 9 a qual representa as correntes estipuladas, corrente convencional de não funcionamento bem como a corrente convencional de funcionamento para satisfazer as condições impostas pela equação atrás referida.

O dispositivo de proteção foi selecionado com uma corrente estipulada (I_n) de valor superior, uma vez que esta corrente está associada a uma corrente convencional de funcionamento em amperes, que é o valor especificado para o dispositivo de proteção, que provoca a sua ativação antes de um tempo especificado, denominado convencional. Resultam assim os valores da Tabela 4. 3.

Tabela 4. 3 - Dimensionamento QP.1

Potências	
Iluminação	1,00 kVA
Tomadas	1,00 kVA
Reserva	0,30 kVA
Máquinas	104,70 kVA
TOTAL	$S = 107,00 \text{ kVA} \times 0,9 = 96,3 \text{ kVA}$ $I_b = 1,44 \times 96,3 \text{ kVA} = 144 \text{ A}$
Canalização	
Cabo	8x (LXV-R1x240)
Método de Referência, I_z	Mét. Ref. D $266 \times 0,8 = 212,8 \text{ A}$
$1,45 \times I_z$	308,56 A
I_n	160 A
I_2	216 A
Verificação das condições: $I_B \leq I_n \leq I_z$ $I_2 \leq 1,45 \times I_z$	OK

Definida a canalização, tem que se verificar se esta cumpre os limites impostos pelas RTIEBT referidos no capítulo 3, Tabela 3. 5 a qual representa as quedas de tensão máximas admissíveis. Para o seu cálculo atendeu-se à equação 6.

De referir que a queda de tensão máxima admissível deverá ser respeitada para o caso mais desfavorável, o qual corresponde à ligação entre o quadro do PT e o quadro parcial 1 (QP.1) o caso analisado. O comprimento das canalizações encontra-se definido em anexo na lista de medições (Anexo A.1.6).

Q.Entrada – QP.1

$$\Delta U = \frac{144 \times 200 \times 0,036}{120} = 8,64 \text{ V}$$

PT – Q.Entrada

$$\Delta U = \frac{450 \times 50 \times 0,036}{480} = 1,69 \text{ V}$$

Tendo em conta os valores das potências, correntes e as respetivas secções (conforme cálculos), os valores das quedas de tensão são perfeitamente regulamentares:

Troço PT - Q.Entrada – Q. P1

$$1,69 + 8,64 = 10,33 \text{ V} \Rightarrow \frac{10,33}{230} \times 100 = 4,5\% \text{ (4,5\% de 230 V, inferiores a 5\%)}$$

Posto isto, determina-se a corrente de curto-circuito de modo a dimensionar o poder de corte do equipamento de proteção de acordo com o definido no ponto 3.1.8 em que, de acordo com a Tabela 3. 11 retirou-se o valor das impedâncias do transformador, como o transformador em questão é de 400 kVA podemos concluir que para esta potência teremos os seguintes valores:

Tensão	220 V			380 V				
	u_{CC}	R_{TR} (mΩ)	X_{TR} (mΩ)	Z_{TR} (mΩ)	u_{CC}	R_{TR} (mΩ)	X_{TR} (mΩ)	Z_{TR} (mΩ)
400	4%	1,6	5,04	5,29	4%	4,6	15,3	16

Uma vez que se trata de um PT cuja sua localização é em zona urbana, a sua potência de curto – circuito médio em MVA foi de acordo com a Tabela 4. 4, considerado o valor de 350 MVA.

Tabela 4. 4 - Potências de curto – circuito médias (Silva, et al., 2009)

Localização do PT	Potência de curto-circuito (MVA)
Zona rural	150
Zona semi-urbana	250
Zona urbana	350 – 500

Definida as características do transformador através da Tabela 3. 12 procedeu-se ao cálculo das intensidades da corrente de curto-circuito, mas primeiro foi necessário saber qual o barramento a usar, o qual numa primeira abordagem foi dimensionado como referido no ponto 3.1.7 do capítulo 3 que refere que este deve ser dimensionado em 1,5 vezes o valor do corte geral do quadro, bem como uma densidade de corrente determinada pela equação 1.

Como o corte geral do quadro também no mesmo ponto foi definido em 1,25 vezes a corrente nominal do disjuntor podemos dizer que o corte geral será de 200 A o que implica um barramento de 5 barras uma por fase de cobre (CU) 20*5 mm.

Cálculo da corrente de curto-circuito:

Esquema	Parte da instalação	Resistência	Reactância
	Rede da Instalação P1 = 350 KVA	$R_1 = \frac{400^2}{350} \times 0,15 \times 10^{-3}$ $= 0,069$	$X_1 = \frac{400^2}{350} \times 0,98 \times 10^{-3} = 0,45$
	Transformador S = 400 KVA U _{cc} = 4% U = 400V P _{cv} = 6 500W	$R_2 = \frac{6500 \times 400^2 \times 10^{-3}}{400^2}$ $= 6,5$	$X_2 = \sqrt{\left(\frac{4}{100} \times \frac{400^2}{400}\right)^2 - (6,5)^2}$ $= 14,62$
	Ligação 50 metros Cabo 8x (LXV-R1x240)	$R_3 = 39 \times \frac{50}{480} = 4,06$	$X_3 = 0,12 \times 50 = 6$
	Disjuntor Rápido	$R_4 = 0$	$X_4 = 0$
	Barras do Q.ENT. Barras (Cobre) 50x10 por fase L = 1m	$R_5 = \frac{22,5 \times 1}{500} = 0,045$	$X_5 = 0,15 \times 1 = 0,15$
	Ligação Q.ENT./Q.P.1 Cabo 4x (LXV-R1x120) + LXV-R1G70 L = 200m	$R_6 = \frac{(39 \times 200)}{120} = 65$	$X_6 = 0,12 \times 200 = 24$
	Barras do Q. P.1 Barras cobre 20x5 por fase L = 1m	$R_7 = \frac{22,5 \times 1}{100} = 0,225$	$X_7 = 0,15 \times 1 = 0,15$

Cálculo das intensidades da corrente de curto-circuito

Local da instalação	Resistências	Reactâncias	I _{CC} (kA)
Quadro de entrada (Q.ENT.)	$R_{t1} = R_1 + R_2 + R_3 + R_5$ $= 0,069 + 6,5 + 4,06 +$ $+ 0,045 = 10,68$	$X_{t1} = X_1 + X_2 + X_3 + X_5$ $= 0,45 + 14,62 +$ $+ 6 + 0,15 = 21,22$	$I_{CC} = \frac{400}{\sqrt{3} \times \sqrt{R_{t1}^2 + X_{t1}^2}} =$ $= \frac{400}{\sqrt{3} \times \sqrt{10,68^2 + 21,22^2}} =$

			$= \frac{400}{41,14} = 9,72 \text{ kA}$
Quadro Parcial 1 (Q.P.1)	$R_{t2} = R_{t1} + R_6 + R_7$ $= 10,68 + 65 + 0,225 = 75,90$	$X_{t2} = X_{t1} + X_6 + X_7$ $= 21,22 + 24 + 0,15 = 45,37$	$I_{CC} = \frac{400}{\sqrt{3} \times \sqrt{R_{t2}^2 + X_{t2}^2}} =$ $= \frac{400}{\sqrt{3} \times \sqrt{75,90^2 + 45,37^2}} =$ $= \frac{400}{153,16} = 2,61 \text{ kA}$

Podemos então concluir que para o quadro parcial 1 (Q.P1) os equipamentos de proteção teria que ter um poder de corte superior ou igual a 6 kA, enquanto para o quadro de entrada teria que ser superior ou igual a 10kA.

Como referido no ponto 3.1.8, devido não só à temperatura bem como devido à corrente de curto-circuito surgem os esforços eletrodinâmicos, os quais causam danos irreparáveis nos equipamentos, sendo assim necessário verificar se o barramento previamente escolhido cumpria este requisito.

Para o cálculo dos esforços eletrodinâmicos considera-se:

Quadro Parcial 1 – Q.P.1

Barramento	Cobre eletrolítico
Secção	20x5 mm
Distância entre apoios [l]	40 cm
Distância entre fases [d]	4,5 cm

O método de cálculo adotado encontra-se representado na Tabela 4. 5, a qual demonstra se o barramento previamente selecionado garantia os níveis de segurança.

Tabela 4. 5 - Cálculo dos esforços eletrodinâmicos

Esforços Eletrodinâmicos						Fórmulas
						$I_p = 1,8 \times \sqrt{2} \times I_{CC} \text{ (kA)}$
Variáveis						
$I_{CC} \text{ (kA)}$	$l \text{ (cm)}$	$d \text{ (cm)}$	$b \text{ (cm)}$	$h \text{ (cm)}$	$\sigma \text{ (kgf.cm}^2\text{)}$	
					Cobre	1200
2,61	40	4,5	0,5	2	Alumínio	-
Cálculo						
I_p	6,644		kA	F_e	7,848	kgf
						$m_f = \frac{F_e \times l}{16} \text{ (kgf.cm)}$
m_f	19,619		kgf.cm	W	0,333	cm ³
						$W = \frac{h \times b^2}{6} \text{ (cm}^3\text{)}$

Esforços Eletrodinâmicos			Fórmulas
Verificação da condição:			
$\frac{m_f}{\sigma}$	0,016	<u>OK.</u>	$W \geq \frac{m_f}{\sigma}$

4.11. Média Tensão

Tendo em conta a nova regulamentação de linhas de média / serviços da EDP há necessidade de licenciar e aprovar o ramal de média tensão com implantação e características de acordo com o presente projeto.

O ramal, com início nos terminais de entrada do interruptor seccionador que equipa o apoio de transição, regulamentarmente protegido na descida ao longo do apoio de transição, andará em canalização subterrânea em vala à profundidade de 1,20m, com entrada no posto de transformação MONOBLOCO 400KVA, cuja instalação e posterior licenciamento será da responsabilidade do dono de obra neste caso o Município de Anadia.

A escolha do PT monobloco foi de acordo com o pretendido pelo dono de obra. Relativamente ao trabalho efetuado pelo estagiário diz respeito à elaboração da linha de média tensão, a qual se encontra em anexo (Anexo A.2.3).

4.11.1. Posto de transformação

O Posto sobre o qual se refere o presente projeto será para instalação no exterior, de exploração interior e composto por celas pré-fabricadas em invólucro metálico.

A chegada será subterrânea, alimentada da rede de Alta Tensão (AT) de 15 kV, frequência de 50 Hz, sendo a empresa Distribuidora, a EDP. S.A.

As celas a usar no posto de transformação serão da gama NORMAFIX. A gama modular NORMAFIX, homologada pela Direção Geral de Energia, é constituída por celas de isolamento no ar, sendo o corte e extinção do arco feito em hexafluoreto de enxofre - SF₆. As celas são construídas em chapa de aço revestida de alumínio e zinco (Aluzinc) e são revestidas por uma pintura electroestática de epoxy-poliéster, na cor standard RAL 7032 (cinzento claro). As celas respeitam, na sua conceção e fabrico, a definição de aparelhagem sob envolvente metálica compartimentada de acordo com as Normas CEI: 298; 265; 129; 694; 420; 56; 185 e 186.

As celas são divididas em três compartimentos separados, da seguinte forma: **Compartimento do Barramento, Compartimento de Disjuntor, Seccionador, Transformadores de Medida e Cabos,** e **Compartimento de Baixa Tensão.**

O edifício tem as dimensões e características indicadas em peça desenhada, em anexo (Anexo A.2.10), com constituição tradicional por empresa especializada. A sua implantação e respetivos índices de proteção e de impermeabilidade são os equivalentes à recomendação CEI529.

As portas e grelhas de ventilação são em chapa de aço galvanizado de 2mm de espessura, pintada por eletrolisação com epoxy polimerizada a quente. Esta dupla proteção, galvanização e pintura, tornando-as muito resistentes à corrosão causada pelos agentes atmosféricos. Contem uma **cela Interruptor Seccionador tipo IS - cela (s) nº 1** com as seguintes características:

- Compartmento superior contendo barramento tripolar em tubo de cobre para uma intensidade de corrente nominal de 400 A;
- Um interruptor-seccionador ISF de três posições (fechado, aberto, terra) com isolamento em SF₆, 400 A, tripolar, com comando manual tipo CII. Este interruptor assegura a separação física entre o compartimento superior e o compartimento inferior;
- Conjunto de 3 isoladores-condensadores e uma caixa indicadora de presença de tensão com lâmpadas de néon;
- Seccionador de terra integrado no ISF, com poder de fecho;
- Conjunto de encravamentos mecânicos diretos entre o ISF e a porta da cela.

E outra cela que se refere à **cela de proteção transformador com disparo por fusão fusível do tipo CIS - cela (s) nº 2** com as seguintes características:

- Compartmento superior contendo barramento tripolar em tubo de cobre para uma intensidade de corrente nominal de 400 A;
- Um interruptor-seccionador ISF de três posições (fechado, aberto, terra) com isolamento em SF₆, 200 A, tripolar, com comando manual tipo CI2. Este interruptor assegura a separação física entre o compartimento superior e o compartimento inferior.
- O interruptor abre automaticamente por atuação de um percutor, em caso de fusão de um ou mais fusíveis.
- Conjunto de 3 isoladores-condensadores e uma caixa indicadora de presença de tensão com lâmpadas de néon
- Seccionador de terra, com poder de fecho, integrado no ISF. Seccionador de terra adicional na extremidade do fusível junto ao cabo.
- Conjunto de encravamentos mecânicos diretos entre o ISF e a porta da cela
- Cela preparada para receber 3 cabos até 120 mm²

O esquema unifilar relativo ao PT encontra-se elaborado em anexo (Anexo A.2.11).

CAPÍTULO V – Tomé & Filhos

5.1. Considerações Gerais

O segundo estudo de caso diz respeito ao projeto elétrico retificativo de uma empresa de serração de madeiras com posto de transformação (PT) próprio de cabine baixa (C.B.) de 500 kVA, situado na Póvoa da Mealhada cujo requerente é Tomé & Filhos, LDA.

Justifica-se o presente projeto elétrico retificativo tendo em conta a instalação de uma máquina de estilha de 70 CV, bem como da instalação de uma linha mida e uma multi-serra, implicando um aumento da potência instalada na fábrica.

A fábrica era alimentada por intermédio de uma PT AI de 250 kVA o que com a instalação das referidas máquinas torna a potência disponível insuficiente, passando assim o fornecimento de energia à fábrica ser assegurado por um PT.C.B. 500 kVA.

Este projeto, constituído conjuntamente pela descrição neste capítulo consignado à empresa de serração de madeiras (Anexo B), complementado pelas peças escritas (Anexo B.1) e peças desenhadas (Anexo B.2 e Anexo B.3), as quais devem ser interpretadas em conjunto, destina-se a definir as condições de estabelecimento das instalações elétricas.

Considerando a localização do PT, prevê-se um Quadro PT/Quadro Entrada.

A transição do ramal de média tensão (15kV) será realizada por um poste de transição do tipo TP4, agora a funcionar como PT.

O presente projeto retificativo engloba além do apoio de transição, o ramal de média tensão com licenciamento da responsabilidade do requerente.

Será importante verificar que no essencial são montadas as áreas ocupadas pela indústria bem como o número em localização das máquinas a laborar com a manutenção dos postos de trabalho.

Há ainda a considerar que as instalações em baixa tensão estão de acordo com o respetivo projeto com o processo número 0261/1/11/65 o qual já se encontra aprovado (pelo Ministério da Economia), com importante atenção às alterações efetuadas no projeto retificativo nomeadamente a nível de quadros elétricos, pois com a mudança de alimentação às instalações, os quadros que existiam sofreram alterações como se pode verificar no Anexo B.2.5 e B.3.5 (mostra a rede de alimentadores atual e antiga).

Sendo assim, e com a instalação do PT C.B foi necessário ajustar o esquema de iluminação, bem como das tomadas/ força motriz, podendo concluir através da análise do Anexo B.2.3 e B.3.3 (iluminação atual e a antiga), B.2.4 e B.3.4 (tomadas, força-motriz atual e a antiga), que foi instalado mais um circuito de iluminação e tomadas o qual diz respeito ao PT C.B.

Nesse sentido, o trabalho realizado pelo estagiário prendeu-se ao retificativo do projeto existente tendo elaborado:

- A nova rede de alimentadores e reformulação da rede de iluminação e tomadas bem como da força motriz (Anexos B.2.5, B.2.3 e B.2.4);
- O dimensionamento dos quadros elétricos aproveitando a canalização existente sempre que possível, desde a rede de alimentadores, cálculo das correntes de curto-circuito (I_{cc}), quedas de tensão e equipamentos de proteção (Anexos B.2.5, B.2.7 ao B.2.13 e B.1.1);
- Apoio de transição, o ramal de média tensão e respetivo esquema relativo à construção civil do PT (Anexo B.2.6 e B.2.14);

Inicialmente de modo a perceber a instalação analisou-se a constituição do edifício para posteriormente realizar o trabalho proposto (Figura 5. 1).

5.2. Reformulação da rede de iluminação, tomadas, força motriz e rede de alimentadores

Como referido no ponto anterior, a alimentação do edifício às instalações elétricas foi feita em BT a partir de um posto de transformação próprio do tipo C.B. de 500 kVA.

O posto de transformação será alimentado através de uma linha de média tensão subterrânea por intermédio de um poste de apoio de transição com localização no terreno do dono de obra. O quadro PT/Entrada irá alimentar o quadro Q.P.0 que faz a distribuição para os quadros parciais.

Relativamente à rede de iluminação, bem como das tomadas/força-motriz reformulou-se a rede existente (Anexos B.3.3 e B.3.4), ou seja de acordo com os novos quadros fez-se a alimentação da rede de iluminação e tomadas já projetada anteriormente, e elaborou-se a nova rede de iluminação e tomadas detendo apenas a exceção relativa ao PT, em que foi aplicado um circuito de iluminação e um circuito para tomada.

A rede de iluminação e tomadas reformuladas encontra-se em anexo (Anexos B.2.3 e B.2.4). Quanto à força motriz este também foi reformulada (Anexo B.2.4), contudo devido à instalação dos novos equipamentos foi necessário realizar o dimensionamento da respetiva canalização.

Este tema será abordado no ponto seguinte.

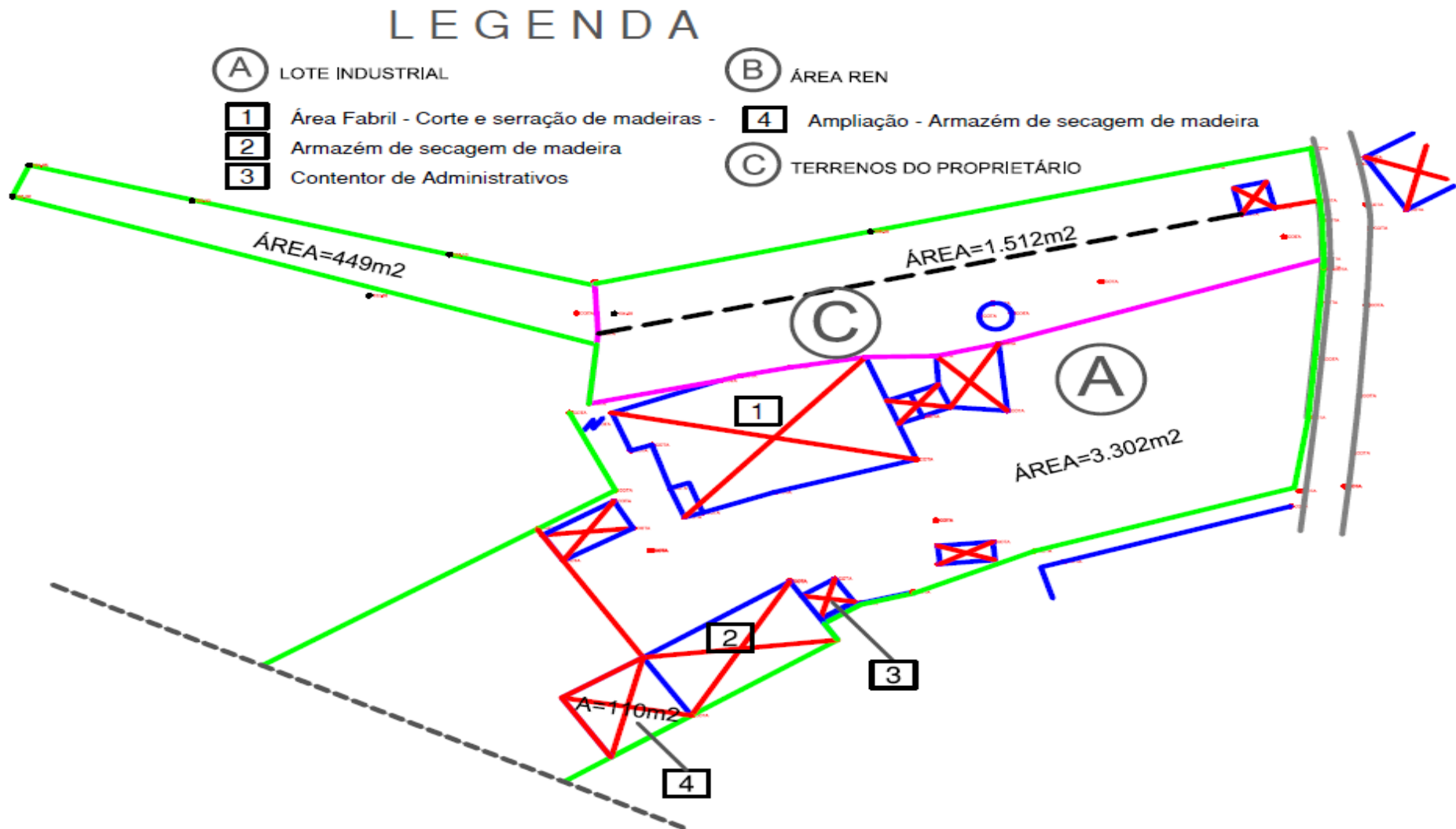


Figura 5. 1- Implantação da serração de madeiras - Tomé & Filhos

5.3. Dimensionamento

Elaborada a rede de força motriz bem como a rede de alimentadores, foi necessário calcular o dimensionamento da canalização referente à alimentação dos quadros, bem como de todos os dispositivos do referido quadro.

Como já referido anteriormente devido à modificação de quadros foi necessário refazer o dimensionamento de todos os quadros elétricos, contudo foi sempre que possível utilizando a canalização já existente.

Uma vez que o método de cálculo é igual em todos os quadros apenas foi abordado um exemplo de dimensionamento. Para o exemplo foi analisado o quadro parcial 0 – QP.0, antigo quadro geral.

Para o dimensionamento foi considerado o descrito no capítulo 3 (considerações gerais na elaboração de um projeto), com especial atenção aos pontos 3.1.6 (canalização), 3.1.7 (quadros elétricos) e 3.1.8 (dimensionamento), em que o método de referência adotado foi o método E ou F. Note-se que os cálculos efetuados para todos os quadros encontram-se em anexo – Anexo B.1.1.

O quadro de entrada será de classe I, mas com a instalação de um toro diferencial permite a equivalência de todos os quadros à classe II, garantindo assim a proteção contra os choques elétricos pela utilização de duplo isolamento ou isolamento reforçado do equipamento instalado, abonando desta forma e por si só, a proteção do utilizador em caso de ocorrência de defeito.

Quadro Parcial 0 – QP.0 – antigo quadro geral: Como ponto de partida foi necessário saber quais as cargas elétricas que o quadro irá alimentar, nomeadamente iluminação, tomadas e alimentação a máquinas, de modo a estabelecer qual a potência do respetivo quadro.

Relativamente à potência para iluminação e tomadas, foi determinada de uma forma aproximada, mas dado existir um projeto aprovado, e como referido anteriormente o projeto de baixa tensão cumpre esse projeto, a potência relativa a iluminação e tomadas foi a mesma. Contudo, as redes de iluminação e tomadas que eram anteriormente alimentadas pelo quadro geral são agora alimentadas pelo Q.P.0.

Quanto à potência de alimentação a máquinas é determinada através da soma das potências de cada máquina.

De modo a obter a potência total do quadro bastou somar todas as cargas envolvidas. Analisando a rede de alimentadores (anexo B.2.5), verificou-se que o QP0 irá alimentar os quadros Q.P.1, Q.P.2, Q.P.3, QP4 e QP5, em que os QP3, QP4 e QP5 não sofreram alterações relativamente ao projeto aprovado.

Determinada a potência do quadro, através da equação 3 determinou-se qual a corrente de serviço do respetivo quadro, obtendo assim a potência total do quadro QP.0 bem como a corrente de serviço que é (Tabela 5. 1):

Tabela 5. 1 - Cálculo da potência total e de I_b – Q.P.0

Potências	
Q.P.1	6,00 kVA
Q.P.3	8,00 kVA
Q.P.4	16,00 kVA
Q.P.5	8,00 kVA
Iluminação	3,00 kVA
Tomadas	10,00 kVA
Máquinas:	
Arrastos	5,00 kVA
Serra horizontal	10,00 kVA
Serra de disco	10,00 kVA
Compressor	3,00 kVA
Descascadora	25,00 kVA
Reserva	4,00 kVA
TOTAL	$S = 108,00 \text{ kVA}$ $I_b = 1,44 \times 108,00 \text{ kVA} = 162 \text{ A}$

Uma vez definida a potência (S) bem como a corrente de serviço (I_B), foi necessário selecionar uma canalização capaz de suportar as cargas respetivas, a qual de acordo com o método de referência escolhido (método F) e por intermédio da tabela 52 – C12 determinou-se a corrente admissível da canalização (I'_Z), a qual foi multiplicada por um fator de correção de acordo com a tabela 52 – E5 das RTIEBT.

Após determinado I_b e o I_Z foi ainda necessário dimensionar um proteção contra sobrintensidades de forma a proteger a canalização, a qual deveria respeitar as condições simultaneamente verificadas na equação 5 e a Figura 3. 4 que demonstra a relação entre as grandezas.

De modo a selecionar a corrente nominal da proteção foi necessário consultar a Tabela 3. 9 a qual representa as correntes estipuladas, corrente convencional de não funcionamento bem como a corrente convencional de funcionamento para satisfazer as condições impostas pela equação atrás referida.

O dispositivo de proteção foi selecionado com uma corrente estipulada (I_n) de valor superior, uma vez que esta corrente está associada a uma corrente convencional de funcionamento em

amperes, que é o valor especificado para o dispositivo de proteção, que provoca a sua ativação antes de um tempo especificado, denominado convencional. Resultando assim a Tabela 5. 2.

Tabela 5. 2 - Dimensionamento QP.0 - Antigo quadro geral

Potências	
Q.P.1	6,00 kVA
Q.P.3	8,00 kVA
Q.P.4	16,00 kVA
Q.P.5	8,00 kVA
Iluminação	3,00 kVA
Tomadas	10,00 kVA
Máquinas:	
• Arrastos	5,00 kVA
• Serra horizontal	10,00 kVA
• Serra de disco	10,00 kVA
• Compressor	3,00 kVA
• Descascadora	25,00 kVA
Reserva	4,00 kVA
TOTAL	S = 108,00 kVA $I_b = 1,44 \times 108,00 \text{ kVA} = 162 \text{ A}$
Canalização	
Cabo	4x (LXV1x240) + H1XV-R1G70
Método de Referência, I_Z	Mét. Ref. F $492 \times 0,87 = 428,04 \text{ A}$
$1,45 \times I_Z$	620,07 A
I_n	315 A
I_2	504 A
Verificação das condições: $I_B \leq I_n \leq I_Z$ $I_2 \leq 1,45 \times I_Z$	OK

É importante referir que de acordo com o descrito no ponto 3.1.6 do capítulo 3 relativamente aos condutores de proteção, e de acordo com o quadro 54F das regras técnicas, para os condutores de terra para secções de fase superior a 35 mm², os condutores de proteção dimensionam-se para metade do valor da secção de fase.

Dado que o condutor de fase é em alumínio, metade da secção seria respetivamente 120 mm², o que corresponde a um condutor em cobre de secção 70 mm².

Definida a canalização, tem que se verificar se esta cumpre os limites impostos pelas RTIEBT referidos no capítulo 3, Tabela 3. 5 a qual representa o valor das quedas de tensão máximas admissíveis. Para o seu cálculo atendeu-se à equação 6.

De referir que a queda de tensão máxima admissível deverá ser respeitada para o caso mais desfavorável, o qual corresponde à ligação entre Q.P.T./ENTRADA – Q.P0. – Q. P4 (calculado realizado em anexo B.1.1).

Analisando o exemplo (QP.0), o valor da queda de tensão é o seguinte:

Q.P.T/Entrada – Q.P0

$$\Delta U = \frac{162 \times 10 \times 0,036}{240} = 0,24 \text{ V}$$

Posto isto, determinou-se a corrente de curto-circuito de modo a dimensionar o poder de corte do equipamento de proteção de acordo com o definido no ponto 3.1.8 em que, de acordo com a Tabela 3. 11 se retira o valor das impedâncias do transformador.

Como o transformador em questão é de 500 kVA, podemos concluir que para esta potência teremos os seguintes valores:

Tensão	220 V				380 V			
Potência (kVA)	u_{CC}	R_{TR}	X_{TR}	Z_{TR}	u_{CC}	R_{TR}	X_{TR}	Z_{TR}
		(mΩ)	(mΩ)	(mΩ)		(mΩ)	(mΩ)	(mΩ)
500	4%	1,27	4,04	4,23	4%	3,52	12,3	12,8

Uma vez que se trata de um PT cuja sua localização é em zona urbana, a sua potência de curto – circuito médio em MVA será de acordo com a Tabela 4. 4, optando-se pelo valor de 350 MVA.

Definida as características do transformador, através da Tabela 3. 12 procedeu-se ao cálculo das intensidades da corrente de curto-circuito, mas primeiro foi necessário saber qual o barramento a usar, o qual numa primeira abordagem foi dimensionado como referido no ponto 3.1.7 do capítulo 3 que refere que este deve ser dimensionado em 1,5 vezes o valor do corte geral do quadro, com base de aplicação de uma densidade de corrente de 2 A/mm².

Como o corte geral do quadro também no mesmo ponto foi definido em 1,25 vezes a corrente nominal do disjuntor do quadro, podemos dizer que o corte geral será de 400 A o que implica um barramento de 5 barras uma por fase de CU 50*10 mm.

Cálculo da corrente de curto-circuito:

Esquema	Parte da instalação	Resistência	Reactância
	Rede da Instalação P1 = 350 KVA	$R_1 = \frac{400^2}{350} \times 0,15 \times 10^{-3}$ $= 0,067$	$X_1 = \frac{400^2}{350} \times 0,98 \times 10^{-3}$ $= 0,45$
	Transformador S = 500 KVA U _{cc} = 4% U = 400V P _{cv} = 6 500W	$R_2 = \frac{6500 \times 400^2 \times 10^{-3}}{500^2}$ $= 4,16$	$X_2 = \sqrt{\left(\frac{4}{100} \times \frac{400^2}{500}\right)^2 - (6,5)^2}$ $= 12,11$
	Ligação 5 metros de cabo 7x (LSVV1x150)	$R_3 = 39 \times \frac{5}{300} = 0,65$	$X_3 = 0,12 \times 5 = 0,6$
	Disjuntor Rápido	$R_4 = 0$	$X_4 = 0$
	Barras do Q.ENT. Barras (Cobre) 50x10 por fase L = 1m	$R_5 = \frac{22,5 \times 1}{500} = 0,045$	$X_5 = 0,15 \times 1 = 0,15$
	Ligação Q.ENT./Q.P.0 Cabo LXV1x240 L = 10m	$R_6 = \frac{(39 \times 10)}{240} = 1,63$	$X_6 = 0,12 \times 10 = 1,2$
	Barras do Q. P.0 Barras cobre 50x10 por fase L = 1m	$R_7 = \frac{22,5 \times 1}{500} = 0,045$	$X_7 = 0,15 \times 1 = 0,15$

Cálculo das intensidades da corrente de curto-circuito

Local da instalação	Resistências	Reactâncias	I _{cc} (kA)
Quadro de entrada/ Quadro PT	$R_{t1} = R_1 + R_2 + R_3 + R_5$ $= 0,067 + 4,16 +$ $+ 0,65 + 0,045 = 4,92$	$X_{t1} = X_1 + X_2 + X_3 + X_5$ $= 0,45 + 12,11 +$ $+ 0,6 + 0,15 = 13,30$	$I_{cc} = \frac{400}{\sqrt{3} \times \sqrt{R_{t1}^2 + X_{t1}^2}} =$ $= \frac{400}{\sqrt{3} \times \sqrt{4,92^2 + 13,30^2}} =$ $= \frac{400}{24,57} = 16,30 \text{ kA}$
Quadro Parcial 0 (Q.P.0 – antigo Quadro geral)	$R_{t2} = R_{t1} + R_6 + R_7$ $= 4,92 + 1,63 +$ $+ 0,045 = 6,59$	$X_{t2} = X_{t1} + X_6 + X_7$ $= 13,30 + 1,2 +$ $+ 0,15 = 14,65$	$I_{cc} = \frac{400}{\sqrt{3} \times \sqrt{R_{t2}^2 + X_{t2}^2}} =$ $= \frac{400}{\sqrt{3} \times \sqrt{6,59^2 + 14,65^2}} =$ $= \frac{400}{27,83} = 14,40 \text{ kA}$

Podemos então concluir que para o quadro parcial 0 (QP.0), os equipamentos de proteção terão que ter um poder de corte superior ou igual a 15 kA, enquanto para o quadro de entrada terá que ser superior ou igual a 20kA.

Por razões económicas bem como de proteção, dado que as I_{CC} têm um valor elevado, foi associado em série com o disjuntor um fusível, uma vez que o disjuntor, regra geral tem um poder de corte limitado, enquanto o fusível tem um poder de corte superior e garante o corte das I_{CC} de uma forma mais rápida.

O dimensionamento do fusível respeita da mesma forma a condição aplicada para o dimensionamento do dispositivo diferencial (ponto 3.1.7) o qual indica que este deve ser dimensionado em 2,5 vezes superior ao maior disjuntor, por exemplo para um disjuntor de 40 A o valor do fusível será de $2,5 \times 40 = 100$ A.

Como referido no ponto 3.1.8 devido à temperatura e à corrente de curto-circuito, surgem os esforços eletrodinâmicos, os quais causam danos irreparáveis nos equipamentos, sendo assim necessário verificar se o barramento previamente escolhido cumpre estes requisitos.

Considera-se para o cálculo dos esforços eletrodinâmicos:

Quadro Parcial 0 – Q.P.0

Barramento	Cobre eletrolítico
Secção	50x10 mm
Distância entre apoios [l]	40 cm
Distância entre fases [d]	4,5 cm

O método de cálculo adotado encontra-se representado na Tabela 5. 3, a qual demonstra se o barramento previamente selecionado garante os níveis de segurança.

Tabela 5. 3 - Cálculo dos esforços eletrodinâmicos

Esforços Eletrodinâmicos						Fórmulas
						$I_p = 1,8 \times \sqrt{2} \times I_{CC} (kA)$
Variáveis						
$I_{CC} (kA)$	$l (cm)$	$d (cm)$	$b (cm)$	$h (cm)$	$\sigma (kgf.cm^2)$	
					Cobre	1200
14,40	40	4,5	1	5	Alumínio	-
Cálculo						
I_p	36,656		kA	F_e	238,879	kgf
						$m_f = \frac{F_e \times l}{16} (kgf.cm)$

Esforços Eletrodinâmicos						Fórmulas
m_f	597,197	kgf.cm	W	4,167	cm ³	$W = \frac{h \times b^2}{6} \text{ (cm}^3\text{)}$
Verificação da condição:						$W \geq \frac{m_f}{\sigma}$
$\frac{m_f}{\sigma}$	0,498	<u>OK.</u>				

5.4. Linha de média tensão e posto de transformação

Como referido no ponto 5.1 as instalações anteriormente eram alimentadas por intermédio de um PT AI 250 kVA, mas pelas razões já referidas passou a ser alimentado por um PT CB de 500 kVA.

O trabalho realizado pelo estagiário neste ponto prendeu-se na elaboração da linha de média tensão (Anexo B.2.6), bem como do esquema unifilar do quadro de PT/Entrada (Anexo B.2.7).

Q.PT/Quadro entrada: O dimensionamento deste quadro (Tabela 5. 4) é de todo igual ao exposto anteriormente (QP.0), com a particularidade que a canalização deste deve ser dimensionada por forma a esgotar o PT, ou seja a canalização deve ser capaz de suportar o valor máximo de corrente debitado pelo transformador a qual corresponde, aplicando a equação 2:

$$I = \frac{S_T}{\sqrt{3} \times U_C} = \frac{500000}{\sqrt{3} \times 400} = 721,69A$$

Tabela 5. 4 - Dimensionamento Q.PT/Entrada

Potências	
Iluminação	1,00 kVA
Tomadas	2,00 KVA
Q.P.0	108,00 kVA
Q. Equipamentos	69,00 kVA
Máquinas:	
• Dupla	50,00 kVA
• Linha Mida	70,00 kVA
• Multi-Serra	40,00 kVA

Potências		
TOTAL	$S = 340,00 \text{ kVA}$ $I_b = 1,44 \times 340,00 \text{ kVA} = 489,60 \text{ A}$	
Canalização		
Cabo	7x (LXV1x240)	
Método de Referência, I_z	Mét. Ref. F	<i>2 condutores por fase</i> $2 \times 492 = 984 \text{ A}$

É importante referir que de acordo com o descrito no ponto 3.1.6 do capítulo 3 relativamente aos condutores de proteção, de acordo com o quadro 54F das regras técnicas, para os condutores de terra para secções de fase superior a 35 mm^2 , os condutores de proteção dimensionaram-se para metade do valor da secção de fase.

Dado que o condutor de fase é em alumínio, e são dois por fase, metade da secção em alumínio seria respetivamente 240 mm^2 , o que corresponde a um condutor em cobre de secção 70 mm^2 . Conclui-se que para a terra de serviço e a terra de proteção a canalização adotada foi: H1XV – R1G70 mm^2

Após projeto elétrico retificativo terminado, procedeu-se ao pedido de ligação à rede em média e alta tensão (Anexo B.1.5), em que para o seu pedido é necessário o esquema do ramal de média tensão (Anexo B.2.6), bem como a planta de localização (Anexo B.2.1).

Também é importante referir que, como o projeto em questão não necessita de processo camarário, existiu a necessidade de enviar ao ministério de economia uma declaração para o efeito, a qual consta no anexo B.1.6.

CAPÍTULO VI – Pavilhão Gimnodesportivo

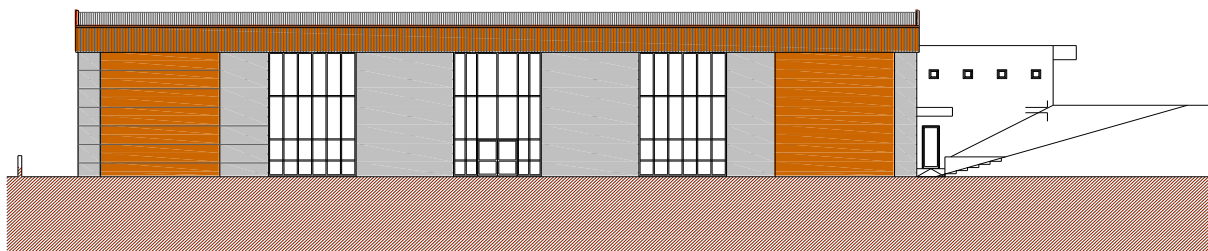


Figura 6. 1- Pavilhão Gimnodesportivo de Ventosa do Bairro

O estudo de caso número três disse respeito à remodelação/ampliação das infraestruturas de um pavilhão gimnodesportivo localizado em Ventosa do Bairro, Município da Mealhada (Figura 6. 1). Faz parte da instalação as especialidades relativas às infraestruturas elétricas bem como de telecomunicações, nas quais se realizou um estudo prévio (Anexo C.1), de modo a reunir os pontos mais importantes para começar a realizar os projetos pretendidos.

O edifício quanto à sua conceção engloba o Piso 0, ocupado pelo recinto de jogos, balneários, bancada para o público, sala de serviços e pelo Piso 1, onde no seu essencial se localizam a entrada principal com receção e os sanitários de apoio. Com especial importância tem o facto da entrada dos atletas ser efetuada pelo piso 0, e localizada a entrada do público no piso 1. Existem, no entanto comunicações internas entre os pisos e outras áreas de utilização do edifício.

O edifício engloba ainda, as instalações do Bar e Esplanada, a qual poderá funcionar de forma concessionada.

6.1. Projeto elétrico

As instalações elétricas foram executadas de acordo com os requisitos na legislação em vigor, entendendo-se necessário a sua caracterização do ponto de vista da utilização impostos pelas RTIEBT, bem como fazer a sua classificação do ponto de vista da verificação da necessidade de licenciamento das instalações elétricas, conforme o RLIE o qual foi reformulado pelo DL 101/2007, de 2 de abril.

De acordo com as RTIEBT na secção 801.2 verifica-se que o edifício é classificado como “Estabelecimentos recebendo público”, de 3ª categoria (300 pessoas) e verificando o que no capítulo 2 relativamente à classificação das instalações é descrito, a presente instalação será classificada como categoria de instalação do tipo C, necessitando de projeto para aprovação da responsabilidade da CERTIEL por intermédio das ERIIE.

6.1.1. Elaboração do Projeto das instalações elétricas

Este projeto, constituído conjuntamente pela descrição neste capítulo consignado ao Pavilhão gimnodesportivo de Ventosa do Bairro (Anexo C.2), complementado pelas peças escritas (Anexo C.2.1) e peças desenhadas (Anexo C.2.2), as quais deverão ser interpretadas em conjunto, destinam-se a definir as condições de estabelecimento das instalações elétricas, para satisfação das disposições regulamentares impostas pelas RTIEBT. Há ainda a considerar os pontos abordados no capítulo 3, os quais se referem as considerações gerais na elaboração do projeto elétrico.

As instalações de utilização que constituem este projeto compreendem:

- Iluminação normal e de segurança;
- Tomadas;
- Alimentação a máquinas;
- Quadros elétricos;
- Rede de alimentadores;
- Classificação dos locais;
- Terras de proteção.

6.1.2. Classificação dos Locais

O presente edifício devido à sua localização é classificado quanto às influências externas de acordo com o referido no capítulo 3, nomeadamente quanto à codificação e classificação presentes no ponto 3.1.1, e segundo a classificação dos índices de proteção IP e IK descritos nos pontos 3.1.2 e 3.1.3, bem como as regras indicadas no ponto 3.1.4, podendo assim concluir quais as características dos equipamentos ou materiais a utilizar na instalação, como se pode verificar na Tabela 6. 1.

De referir que devido à existência de balneários com chuveiro, de acordo com secção 701 e para além das regras indicadas nas secções 701.1 a 701.55, às casas de banho com chuveiros (com cabinas individuais ou coletivas) aplicam-se as regras indicadas nas secções 701.71.1 e 701.71.2, e ainda na secção 701.512.2 está definido o valor mínimo dos equipamentos elétricos usados nas casas de banho, não devendo estes ter o código IP inferior a: **volume 0:** IPX7, **volume 1:** IPX5, **volume 2:** IPX4 (nos balneários públicos: IPX5) e **volume 3:** IPX1 (nos balneários públicos: IPX5).

Posto isto, elaborou-se a tabela seguinte (Tabela 6. 1) que representa a classificação de cada local do edifício, a qual se encontra também classificada nas peças desenhadas anexas. (Anexo C.2.2.10 e C.2.2.11).

Tabela 6. 1 - Classificação dos locais - Pavilhão gimnodesportivo

Local	Classificação	Índices IP e IK
A – Gabinetes, Circulação, Sanitários	AA4 – Temperatura ambiente	IP20 e IK04
	AB4 – Condições climáticas	
	AD2 – Presença de água	
	BC2 - Contacto das pessoas com o potencial da terra	
B – Balneários		
• Volume 0 – (V0)	AA4 – Temperatura ambiente	IP27 e IK04
	AB4 – Condições climáticas	
	AD7 – Presença de água	
	BB3 – Resistência elétrica do corpo humano	
	BC3 - Contacto das pessoas com o potencial da terra	
• Volume 1 – (V1)	AA4 – Temperatura ambiente	IP25 e IK04
	AB4 – Condições climáticas	
	AD5 – Presença de água	
	BB3 – Resistência elétrica do corpo humano	
	BC3 - Contacto das pessoas com o potencial da terra	
• Volume 2 – (V2)	AA4 – Temperatura ambiente	IP25 e IK04
	AB5 – Condições climáticas	
	AD5 – Presença de água	
	BB2 – Resistência elétrica do corpo humano	
	BC3 – Contacto das pessoas com o potencial da terra	
• Volume 3 – (V3)	AA4 – Temperatura ambiente	IP25 e IK04
	AB4 – Condições climáticas	
	AD5 – Presença de água	
	BB2 – Resistência elétrica do corpo humano	
	BC3 - Contacto das pessoas com o potencial da terra	
C – Casa das máquinas	AA4 – Temperatura ambiente	IP41 e IK09
	AB4 – Condições climáticas	
	AD2 – Presença de água	
	AF3 – Presença de substâncias corrosivas ou poluentes	
	AG2 – Impactos	
	AH2 – Vibrações	

Local	Classificação	Índices IP e IK
	BC2 – Contacto das pessoas com o potencial da terra	
	BE2 – Natureza dos produtos tratados ou armazenados	
D – Área pertencente ao pavilhão	AA4 – Temperatura ambiente	IP20 e IK09
	AB4 – Condições climáticas	
	AD2 – Presença de água	
	AG2 – Impactos	
	AH2 – Vibrações	
	BC2 – Contacto das pessoas com o potencial da terra	
	BE2 – Natureza dos produtos tratados ou armazenados	
F – Exterior desprotegido	AA8 – Temperatura ambiente	IP23 e IK04
	AB8 – Condições climáticas	
	AD3 – Presença de água	
	AN3 – Radiações solares	
	BC2 – Contacto das pessoas com o potencial da terra	
G – Zona técnica	AA4 – Temperatura ambiente	IP40 e IK04
	AB4 – Condições climáticas	
	BA4 – Competência das pessoas	
	BC2 – Contacto das pessoas com o potencial da terra	
	BE2 – Natureza dos produtos tratados ou armazenados	

6.1.3. Iluminação

De acordo com a classificação do edifício no ponto 6.1, quanto à rede de iluminação foi importante referir que o edifício é dotado de iluminação normal e de segurança, e obedece à secção 801.2.1.5 das RTIEBT. Os circuitos que alimentem os locais não acessíveis ao público são comandados e protegidos por dispositivos independentes dos destinados a protegerem os circuitos que alimentem os locais acessíveis ao público, com as exceções indicadas na secção 801.2.1.1.1. Os aparelhos da iluminação normal dos locais acessíveis ao público devem ser distribuídos por, pelo menos, dois circuitos de fases diferentes protegidos individualmente contra os contactos indirectos por forma a que a falta de um circuito não deixe integralmente sem iluminação normal qualquer um desses locais.

Para além da regra indicada na secção 801.2.1.5.2.1, em todos os locais onde possam permanecer mais do que 50 pessoas, a atuação de eventuais dispositivos de comando acessíveis ao público não deve deixar esses locais integralmente sem iluminação normal, ou seja em locais com mais de 50 pessoas o respetivo quadro deve dispor de dois diferenciais para

iluminação. É ainda importante referir que os circuitos de iluminação dos locais acessíveis ao público não devem atravessar locais com risco de incêndio (BE2) (secção 801.2.1.5.2.4), como é o caso da zona técnica. Esta regra não se aplica aos casos em que as canalizações sejam instaladas para que não possam, em caso algum, originar um incêndio.

Nos anexos C.2.2.3 e C.2.2.4 está projetada a iluminação normal dos respetivos pisos.

6.1.4. Iluminação de Segurança

A iluminação de segurança está elaborada anexos C.2.2.5 e C.2.2.6, a qual cumpre as RTIEBT.

Segundo a secção 801.2.1.5.3, define que a iluminação de segurança é dimensionada por forma a garantir que, em caso de avaria da iluminação normal, a evacuação e a execução das manobras respeitantes à segurança e à intervenção dos socorros ocorra de uma forma segura e fácil.

Uma vez que o edifício em questão possui mais de 50 pessoas (300 pessoas) é obrigatória iluminação de circulação (evacuação) e iluminação de ambiente (anti-pânico), sendo indispensável a iluminação de circulação nos corredores e nos caminhos de evacuação, onde a distância entre os equipamentos consecutivos não deve ser superior a 15 m.

Os dispositivos que facilitem e orientem a localização das saídas (letreiros de saída) devem, de acordo com as respetivas normas, possuir pictogramas característicos dessa função.

A iluminação de segurança adotada cumpre o preceituado no regulamento segundo a secção 801.2.7.1.1.6.2 a qual de acordo com a categoria do edifício (3ª categoria) será do tipo C. Então a iluminação de Segurança / letreiros de Saída / Kits de Emergência será constituída por armaduras autónomas com localização prevista nas peças desenhadas. São aparelhos de iluminação equipados com acumuladores NiCd de alta temperatura, com led verde indicador de carga, da classe II de isolamento, tensão de alimentação 230V-50Hz e com uma autonomia até 1 hora. Os letreiros de saída em todos os caminhos de evacuação para o exterior, conforme o imposto nas RTIEBT, constituídos por aparelhos de iluminação equipados com lâmpadas fluorescentes e baterias de NiCd estanques, com autonomia até 1 hora. Nas áreas de circulação de pessoas e saídas principais do edifício, os letreiros de saída serão do tipo permanente, regulamentarmente alimentados e comandados por disjuntor próprio a partir dos respetivos quadros.

6.1.5. Tomadas / Caixas de reserva

Para a rede de tomadas (anexos C.2.2.7 e C.2.2.8) cumpre-se a secção 801.2.1.6, com especial importância que, nas zonas onde o público tenha acesso, as tomadas a utilizar, quando forem

de corrente estipulada não superior a 16 A, devem ser do tipo “tomadas com obturadores”. Quando forem de corrente estipulada superior a 16 A, devem ser dotadas de tampa e limitadas às estritamente necessárias às utilizações previstas.

As tomadas de usos gerais serão do tipo “Schuko”, 2P+T, 230V-50Hz, com obturadores, com uma corrente estipulada não superior a 16 A, cumprindo o que foi referido anteriormente.

Nos locais de acesso ao público, os circuitos de alimentação das tomadas de usos gerais serão distintos dos destinados a outros fins (limpeza) e conservados desligados quando desnecessários.

As tomadas serão instaladas nos locais indicados nas peças desenhadas, a uma altura útil de 0.30m a partir da cota do pavimento de acordo com os fins a que se destinam, com exceção do bar ou outros locais definidos pelo proprietário de acordo com a respetiva utilização.

6.1.6. Canalização

Como referido no ponto 6.1, o edifício em questão é classificado como estabelecimento recebendo público, o que segundo a secção 801.2.1.1.4 indica que a canalização adotada deve ser inibidora de chama, tendo-se então optado por uma canalização do tipo XG.

Para a definição da canalização é de todo importante ter em consideração o ponto 3.1.6 do capítulo 3 que indica os aspetos gerais ao nível da canalização, Tabela 3. 4, e ainda a proteção a adotar segundo Tabela 3. 8.

A canalização adotada como já referido será do tipo XG, sendo para a rede de alimentadores através do método de referência E ou F, para os circuitos de iluminação e tomadas do tipo H1XG-U enfiados em tubo VD/ERFE, em instalação embebida ou do tipo H1XG-U em tetos falsos ou à vista em calha metálica, sendo a secção de 1.5 mm² para a iluminação e 2.5 mm² para as tomadas. Todos os circuitos projetados encontram-se bastante divididos de forma a assegurar uma continuidade de serviço e estão protegidos nos respetivos quadros por disjuntores de calibre adequado às respetivas secções das canalizações, e ainda com proteção sensível à corrente diferencial residual. Os calibres destes aparelhos asseguram que os valores das correntes máximas admissíveis em regime permanente não serão ultrapassados e os tempos de corte permitem a extinção da corrente antes das canalizações atingirem a sua temperatura limite admissível. Para a alimentação dos circuitos de iluminação de segurança serão executados com condutores do tipo H1XV-U ou H1XG-U, enfiados em tubo VD, alimentados pelos respetivos circuitos dos quadros elétricos responsáveis pela iluminação normal.

6.1.7. Quadros elétricos

Para os quadros elétricos considera-se o ponto 3.1.7 bem como o preceituado nas RTIEBT que refere que os quadros e os dispositivos de seccionamento, comando e proteção dos circuitos devem ser inacessíveis ao público, só podendo ser manobrados por pessoas qualificadas (BA5) ou por pessoas instruídas (BA4), devidamente autorizadas, segundo secção 801.2.1.1.8. Contudo com exceção das regras indicadas na secção 801.2.1.3.2.1 os quadros destinados a aplicações específicas, os quadros podem ser instalados, nos locais acessíveis ao público e nos caminhos de evacuação.

A proteção dos circuitos de iluminação e tomadas das instalações sanitárias é distinta dos restantes circuitos, e assegurada por interruptores diferenciais de 30mA.

Os quadros elétricos são em PVC REFORÇADO, para montagem “SEMI-ENCASTRADA” ou saliente. Será de classe II devido à instalação de um toro diferencial que lhe confere essa equivalência, garantindo assim a proteção contra os choques elétricos pela utilização de duplo isolamento ou isolamento reforçado do equipamento instalado, abonando desta forma e por si só, a proteção do utilizador em caso de ocorrência de defeito. No interior dos quadros deverá ficar colocado o respetivo esquema elétrico, devidamente acondicionado e em lugar acessível apenas ao pessoal da manutenção. Os quadros referenciados em peças desenhadas são com porta e painel e com a aparelhagem representada em peças desenhadas no seu interior. Obedecem às normas DIN e VDA para pré-fabricação de quadros, de forma a constituir uma construção modular de fácil montagem. Os barramentos são constituídos por barras de cobre com constituição de acordo com o nº de fases, neutro e terra, pintados nas cores regulamentares, dimensionadas na base de aplicação de uma densidade de corrente de 2 A/mm².

6.1.8. Alimentação de energia elétrica às instalações

A alimentação às instalações são em baixa tensão contendo duas baixadas uma vez que, dado a existência de um Bar e esplanada este tem possibilidade de vir a ser um espaço concessionado, daí dispor de baixada própria a partir da rede da EDP.

Após contactos havidos com os serviços da EDP., a baixada será subterrânea a partir de armário de distribuição, instalado junto às futuras instalações. As caixas para portinhola e contadores de energia terão as características definidas pela EDP. devendo ser instalados próximos da origem da instalação de utilização e de modo que os respetivos visores não fiquem a menos de 1 metro nem a mais de 1,70 metros acima do pavimento.

A potência a fornecer pelo distribuidor local é de 51,75kVA (41,4 kVA + 10,35 kVA), ou seja 41,4 kVA para o pavilhão e 10,35 kVA para o bar e esplanada.

A potência a contratar teve em conta as necessidades das instalações tendo sido já contactado os serviços da EDP., S.A.

A instalação dispõe ainda de um dispositivo de corte geral através de botoneira MX a qual está ligada ao quadro de entrada que fará o corte de energia de toda a instalação. A canalização será resistente ao fogo do tipo H1XG (FRS) – U4x1,5. O esquema de princípio da bobina MX está representada no esquema unifilar do quadro de entrada em anexo.

A distribuição após portinhola está representada em anexo (Anexo C.2.2.10 e C.2.2.11).

Os esquemas unifilares de cada quadro elétrico está elaborado no anexo C.2.2.12.

6.1.9. Dimensionamento

No dimensionamento das canalizações e considerando o que foi referido no capítulo 3 no ponto 3.1.8, com exceção do cálculo das correntes de curto-circuito uma vez que o edifício não é alimentado por PT, foram considerados os métodos de referência E e F, de acordo com as RTIEBT quadro 52H e utilizadas as tabelas de correntes admissíveis respetivas aos métodos em questão, nomeadamente a tabela 52-C11, bem como utilizado o quadro para agrupamento de diversos circuitos de cabos multicondutores, método E (quadro 52 – E4) e para diversos circuitos de cabos monocondutores, método F (quadro 52 – E5).

Dado que o raciocínio para o dimensionamento das instalações foi realizado de igual forma, apenas será abordado o dimensionamento de um quadro. Para tal será abordado o quadro da receção (Q.REC), de referir que os cálculos efetuados para todos os quadros encontram-se em anexo – Anexo C.2.1.

Quadro da Receção – Q.REC.: Como ponto de partida foi necessário saber quais as cargas elétricas que o quadro irá alimentar para estabelecer qual a sua potência. Relativamente à potência para iluminação e tomadas foi determinada de uma forma aproximada, quer isto dizer, consoante a localização do quadro no edifício, prevê-se o número de circuitos que o quadro irá alimentar, ou seja, dado o número de circuitos de iluminação sabe-se qual o número de luminárias que o quadro terá de alimentar, somando as potências dos equipamentos sabe-se a potência necessária para a parte de iluminação. Em relação às tomadas o processo é semelhante, tendo em conta o número de circuitos e os aparelhos previsíveis de ligar a cada tomada, fazendo a soma da potência destes tem-se a potência para os circuitos de tomadas. No entanto, dada a diferença de potências dos diversos aparelhos do mercado estas potências estão sempre sujeitas a variações, além de que, há sempre a possibilidade das instalação virem a sofrer ampliações no futuro, desta forma, as potências atribuídas terão de contemplar estas variações, bem como, o quadro terá de ser projetado de modo a garantir eventuais ampliações.

De modo a obter a potência total do quadro basta somar todas as cargas envolvidas (Tabela 6. 2). Determinada a potência do quadro, através da equação 3 determina-se qual a corrente de serviço do respetivo quadro. Uma vez definida a potência bem como a corrente de serviço, é necessário selecionar uma canalização capaz de suportar as cargas respetivas, a qual de acordo com o método de referência escolhido (método F) por intermédio da tabela 52 – C11 determina-se a corrente admissível da canalização, a qual será multiplicada por um fator de correção de acordo com a tabela 52 – E5 das RTIEBT.

Após determinado I_b e o I_Z foi ainda necessário dimensionar um proteção contra sobreintensidades de forma a proteger a canalização, a qual deve respeitar a equação 5 e a Figura 3. 4 que demonstra a relação entre as grandezas. De modo a selecionar a corrente nominal da proteção foi necessário consultar a Tabela 3. 9 a fim de satisfazer as condições impostas pela equação atrás referida.

O dispositivo de proteção foi selecionado com uma corrente estipulada (I_n) de valor superior, uma vez que esta corrente está associada a uma corrente convencional de funcionamento em amperes, que é o valor especificado para o dispositivo de proteção, o que provoca a sua ativação antes de um tempo especificado, denominado convencional.

Resultaram assim os valores da Tabela 6. 2.

Tabela 6. 2 - Dimensionamento do Q.REC

Potências	
Iluminação	20,00 kVA
Tomadas	5,00 kVA
Reserva	4,00 kVA
TOTAL	$S = 29,00 \text{ kVA}$ $I_b = 1,44 \times 29,00 \text{ kVA} = 43,5 \text{ A}$
Canalização	
Cabo	4x (XG - R1x25) + XG - R1G16
Método de Referência, I_Z	Mét. Ref. F $141 \times 0,87 = 122,67 \text{ A}$
$1,45 \times I_Z$	177,87 A
I_n	63 A
I_2	91 A
Verificação das condições: $I_B \leq I_n \leq I_Z$ $I_2 \leq 1,45 \times I_Z$	OK

Quanto ao condutor de proteção (terra), analisando o quadro 54F (capítulo 3) observa-se que, como a canalização adotada está compreendida entre 16 e 35 mm², o condutor de proteção é de 16 mm².

Para determinar as quedas de tensão observa-se a Tabela 3. 5 a qual representa o valor máximo permitido para as quedas de tensão, sendo estas determinadas para o caso mais desfavorável, o qual corresponde ao trecho PORTINHOLA – Q.E. – Q. REC (calculado realizado em anexo). Atendendo-se à equação 6, conclui-se que:

$$\underline{\text{Q. E. – Q.REC:}} \quad \Delta U = \frac{13 \times 43,5 \times 0,0225}{25} = 0,51 \text{ V}$$

Para o dimensionamento da proteção mecânica (ponto 3.1.5), cumpre-se o quadro 803D que representa o diâmetro nominal dos tubos do tipo VD, em função da secção e do número de condutores da coluna.

A proteção adotada será VD25.

6.1.10. Terras de Proteção

As instalações elétricas são dotadas de um Terminal Principal de Terra (TPT), o qual estabelecem a continuidade entre o eletrodo, a placa de inspeção de terra e o barramento de proteção do quadro de entrada (Q.E.), através de um condutor do tipo H1XV-R1G35mm², enfiado em tubo PVC/VD32. O terminal principal de terra, que permite o corte para efeito de medição da resistência de terra, será alojado em caixa de material não metálico, com formato do tipo paralelepípedo e com tampa fixa por parafusos.

O acesso ao terminal principal de terra só deverá ser feito por pessoal qualificado (BA5).

Os eletrodos de terra serão constituídos por chapas ou varas em aço revestidas a cobre, com dimensões de acordo com as RTIEBT, com valores regulamentares, inferiores a 20 ohms.

A ligação dos eletrodos aos condutores de terra foram executadas por intermédio de acessórios adequados, devendo ser isolada por forte camada protetora constituída por material impermeável e durável. Os eletrodos foram enterrados na vertical, sendo do tipo de varetas de aço revestido a cobre, sempre que possível nas partes mais húmidas do terreno e o seu topo superior não deverá ficar a menos de 0.8 m da superfície do terreno, devendo estas ter 2 m de comprimento, 15 mm de diâmetro exterior e com uma espessura de revestimento de 0,7 mm.

6.1.11. Caderno de encargos

O estagiário relativamente ao caderno de encargos no projeto de instalações elétricas elaborou o mapa de medições bem como a respetiva estimativa orçamental (Anexo C.4).

6.2. Projeto ITED

Os procedimentos na elaboração do projeto ITED devem estar de acordo com o descrito no capítulo 2 que se refere aos dispostos legais, bem como do capítulo 3 que se refere ao estudo efetuado do manual ITED 2ª edição.

Este projeto, constituído conjuntamente pela descrição neste capítulo consignado ao pavilhão gimnodesportivo de Ventosa do Bairro (Anexo C.3), complementado pelas peças escritas (Anexo C.3.1) e peças desenhadas (Anexo C.3.2), as quais devem ser interpretadas em conjunto, destina-se a definir as condições de estabelecimento das ITED, para satisfação das disposições regulamentares impostas pelo manual de ITED 2ª edição.

As instalações a dotar de infraestruturas ITED englobam um pavilhão desportivo com recinto de jogos para várias modalidades e áreas sociais servindo de apoio no Piso 0. No interior do pavilhão (Piso 1), com entrada própria, localiza-se o Bar de apoio que poderá funcionar autónomo podendo mesmo ser concessionado. As instalações a remodelar vão continuar com baixada aérea mas serão dotadas de infraestruturas que possibilitarão a transição para baixada subterrânea, bem como a rede de tubagens, caixa C2, de interligação a bastidor instalado na receção do pavilhão. O Bastidor permitirá a distribuição das redes de pares de cobre e coaxial de alimentação a telefones/informática, bem como a alimentação do ATI, a instalar no bar, equipamento responsável pela distribuição do sinal de rádio/tv e de voz para intercomunicação com o exterior. As infraestruturas instaladas permitirão a melhor autonomia e funcionalidade dos vários equipamentos de apoio ao Júri, Placard Eletrónico, bem como possibilitarão a intercomunicação com o exterior das centrais Contra Intrusão e de Detecção de Incêndios.

As informações mínimas necessárias à elaboração de um projeto ITED são:

- Localização do edifício:
 - O edifício localizar-se-á no lugar e freguesia de Ventosa do Bairro, concelho da Mealhada, conforme planta de localização (anexo C.2.2.1).
- Tipo de edifício (Utilização):
 - O edifício classifica-se como **“Desportivos e de Lazer”**.
- Número e características dos fogos:
 - O edifício será assim composto por 1 fogo, destinado a um Pavilhão Gimnodesportivo com Bar de apoio.
- Tecnologias e topologias de rede a utilizar:
 - A rede de pares de cobre, a rede de fibra ótica e a rede de CATV seguem, obrigatoriamente, a topologia de distribuição em estrela, para jusante dos PD considerados.

6.2.1. Tipo de edifício – Desportivos e de lazer

Tabela 6. 3 - Redes de cabos em edifícios Desportivos e de Lazer (ANACOM, 2010)

Vários: Rede de cabos – Prescrições mínimas			
	Pares de Cobre	Cabos Coaxiais	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	A definir pelo projetista	A definir pelo projetista
<ul style="list-style-type: none"> ➤ A rede de pares de cobre, a rede de fibra ótica e a rede de CATV seguem, obrigatoriamente, a topologia de distribuição em estrela, para jusante dos PD considerados. ➤ O projeto da rede de cabos a partir dos PD, onde se inclui a definição do número de tomadas, está dependente das necessidades do cliente. 			

Tabela 6. 4 - Rede de tubagem em edifícios Desportivos e de Lazer (ANACOM, 2010)

Vários: Rede de tubagens – Prescrições mínimas			
	Pares de Cobre	Cabos Coaxiais	Fibra Ótica
Ligações entre PD	1 tubo de Ø 40 mm, ou equivalente	1 tubo de Ø 40mm, ou equivalente	1 Tubo de Ø 40mm, ou equivalente
<ul style="list-style-type: none"> ➤ PAT: 2 Tubos de Ø40, ou equivalente. 			
Ligações a partir dos PD	<ul style="list-style-type: none"> ➤ A tubagem é partilhada por todos os tipos de cabos ➤ Utiliza-se tubo de Ø 20 mm, ou equivalente. ➤ Deve considerar-se uma distância de 90 m entre o último PD e as TT (cablagem horizontal). 		
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Em qualquer situação, o dimensionamento das condutas deve ser efetuado através das fórmulas respetivas. 			

6.2.2. Projeto rede de tubagens

A elaboração da fase de projeto de telecomunicações começou com uma reunião com o dono de obra, para definir necessidades e localização das tomadas, e verificar a existência das infraestruturas existentes, para numa fase posterior se iniciar o estudo de telecomunicações (ITED), segundo o manual de 2ª edição.

Para o projeto de rede de tubagens cumpriram-se as prescrições mínimas segundo manual ITED, como referido na Tabela 6. 4.

A rede de tubagem a construir necessitará de ser interligada à rede pública através de uma CVM (Caixa de Visita Multi-operador).

A ligação da CVM ao ATE é realizada através de 3 tubos Ø75. A ligação do ATE ao ATI e ao Bastidor é feita por 3 tubos Ø32, para o alojamento do cabo de pares de cobre, do cabo coaxial e do cabo de fibra ótica, conforme se demonstra em anexo.

Os anexos que representam a implantação da rede de tubagens e a rede coletiva e individual de tubagens são o anexo C.3.2.3, C.3.2.4 e C.3.2.5.

Para efeito de cálculo da capacidade das condutas, deve tomar-se em conta o diâmetro interno dos tubos ou, em caso das calhas, a secção interna útil da divisória.

Os valores dos diâmetros internos dos tubos devem obedecer a valores normalizados, como referidos na Tabela 3. 25.

As secções dos tubos foram calculadas de acordo com a equação 11 do capítulo 3.

A PAT é sempre obrigatória independentemente da existência de sistemas de antenas.

A interligação do ATE com as antenas será através de 2 tubos de diâmetro Ø40 mm.

6.2.3. Projeto rede de cablagem

Para o projeto de rede de cabos cumpre-se as prescrições mínimas para este tipo de edifício segundo manual ITED, como referido na Tabela 6. 3 e o ponto 3.2.1 referente aos sistemas de cablagem, definindo:

- **Para a rede em cabos de pares de cobre:** É utilizado classe mínima de ligação E, em UTP 4/ cat. 6;
- **Para a rede em cabos coaxiais:** É utilizado classe mínima de ligação TCD-C-H, em RG 6;
- **Para a rede em cabos fibra ótica:** É utilizado classe mínima de ligação OF-300, em cabos monomodo categoria OS1, com cada fibra a respeitar a norma EN60793-2-50:2004;

Através do AutoCAD elaborou-se os anexos C.3.2.6, C.3.2.7 e C.3.2.8, que representam a rede de cabos em que:

- Para o Bar:
 - **Rede em pares de cobre:** O bar será fornecido desta tecnologia por intermédio do ATE o qual através do RG-PC irá alimentar o ATI. O DDC (Dispositivo de Distribuição de Cliente) será o responsável por efetuar a transição entre rede individual e rede coletiva de pares de cobre, situado no

interior do ATI. Constituído por 2 painéis de interligação, num deles termina a rede coletiva e no outro inicia a rede individual de pares de cobre, efetuando a distribuição dos sinais para cada tomada, seguindo a topologia em estrela.

- **Rede em cabo coaxial:** O bar será dotado do sistema CATV de caráter obrigatório como referido no ponto 3.2.10.2.2.1.1, por intermédio do ATE o qual através do RG-CC irá alimentar o ATI. Por intermédio do RC-CC será efetuando a distribuição dos sinais para cada tomada, seguindo a topologia em estrela.
- **Rede em fibra ótica:** Para esta tecnologia apenas será dotado o edifício da ligação entre PD.
- Para o pavilhão desportivo é de todo igual ao bar, com exceção da utilização de bastidor em vez do ATI.

O cálculo das atenuações para a rede em cabo coaxial, não fizeram parte da minha competência neste projeto, sendo solicitados pelo gabinete à empresa Televés.

6.2.4. Ligação de terra e proteções

O edifício será dotado de ligação de terra e proteção com as funções indicadas no ponto 3.2.14, estando elaborado o seu esquema em AutoCAD em desenho anexo (Anexo C.3.2.9).

6.2.5. Caderno de encargos

Para a fase de licenciamento do projeto, foi necessário o preenchimento das fichas técnicas, as quais contêm a informação relativa ao edifício/fração a projetar, dados do requerente, dados do projetista, número de tomadas a instalar e o nível de qualidade das tecnologias instaladas (anexos C.3.1.1 e C.3.1.2).

O mapa de quantidades, bem como estimativa orçamental, documento obrigatório segundo manual ITED, também foi documento elaborado pelo estagiário no que se refere às ITED. (anexo C.4)

CAPÍTULO VII – Esclarecimentos/Correções Projeto Elétrico

Como mencionado no capítulo 2, quando uma instalação é submetida a aprovação existem duas entidades responsáveis para o efeito, sendo elas a Certiel e o Ministério da Economia.

A Certiel é a responsável pela análise e certificação das instalações do tipo C enquanto o Ministério da Economia responsável pelas instalações do tipo A, tipo B e das instalações com posto de transformação próprio e ou grupo gerador. Para tal, os projetos são enviados para as ERIIE ou Ministério de Economia a fim de serem analisadas, verificando se estas estão de acordo ou apresentam inconformidades relativas ao prescrito na lei.

Da análise efetuada resulta a necessidade de obter alguns esclarecimentos ou correções referentes ao projeto em questão, o qual consta detalhadamente num relatório enviado por carta ao técnico responsável. Após esclarecimentos e correções efetuadas o projeto deverá ser novamente remetido às entidades respetivas.

Neste capítulo é objeto de estudo expor o trabalho realizado pelo estagiário no que se refere às correções das instalações, contudo apenas será abordado algumas das instalações, nomeadamente:

- **Pelas ERIIE – Certiel:**
 - Reconstrução, ampliação e reconversão de uma casa em granito do século XVIII em hotel rural de 4 estrelas, sito Lugar de Vilarinho, Município Sever do Vouga;
 - Centro Escolar de Salreu, sito Salreu;
- **Pelo Ministério de Economia – DRE:**
 - Adega da Mealhada, sitas Alfora-Sepins;
 - Posto de transformação A.I. de 100 kVA e instalações em B.T. de metalomecânica, sitas Cavadas- Zona industrial de Barrô, Águeda;

7.1. Reconstrução, ampliação e reconversão de uma casa em granito do século XVIII em Hotel Rural (4 estrelas)

Como referido anteriormente este projeto diz respeito às correções impostas pelas ERIIE, relativas à reconstrução, ampliação e reconversão de uma casa em granito do século XVIII em hotel rural de 4 estrelas (Figura 7. 1)



Figura 7. 1- Reconstrução, ampliação e reconversão de uma casa em granito do século XVIII em hotel rural ****

Como ponto de partida, analisa-se o relatório das não conformidades estando este presente em anexo (Anexo D.1.1) a fim de dar respostas ao que é pretendido, elaborando-se um relatório de correções relativas às instalações (Anexo D.1.2), bem como as peças desenhadas alteradas (Anexo D.2) e as respetivas alterações às peças escritas (anexo D.1), cumprindo as regras técnicas impostas pelo regulamento.

7.2. Centro Escolar de Salreu

Este projeto diz respeito às correções impostas pelas ERIIE, relativas ao Centro Escolar de Salreu (Figura 7. 2).



Figura 7. 2 - Centro Escolar de Salreu

Como ponto de partida, analisa-se o relatório das não conformidades estando este presente em anexo (Anexo E.1.1) a fim de dar respostas ao que é pretendido, elaborando-se um relatório de correções relativas às instalações (Anexo E.1.2), bem como as peças desenhadas alteradas (Anexo E.2) e as respetivas alterações às peças escritas (anexo E.1), cumprindo as regras técnicas impostas pelo regulamento.

7.3. Adega da Mealhada - Alfora

Como referido anteriormente este projeto diz respeito às correções impostas pelo Ministério da Economia, relativas à adega da Mealhada (Figura 7. 3).

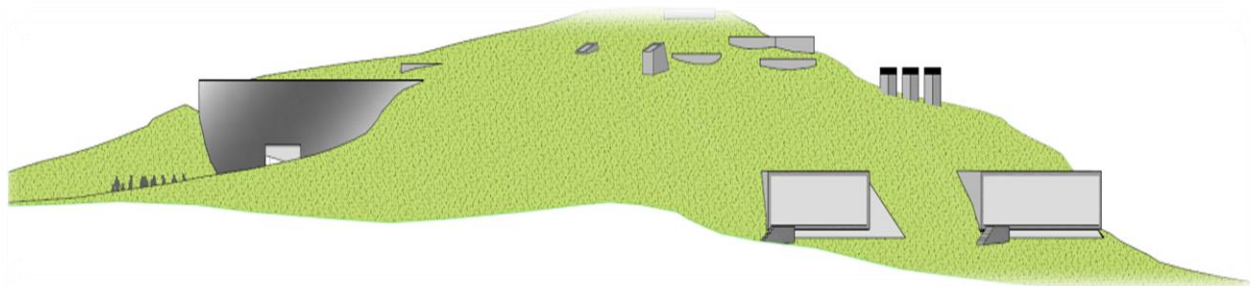


Figura 7. 3 - Adega da Mealhada

Como ponto de partida, analisa-se o relatório das não conformidades estando este presente em anexo (Anexo F.1.1) a fim de dar respostas ao que é pretendido, elaborando-se um relatório de correções relativas às instalações (Anexo F.1.2), bem como as peças desenhadas alteradas (Anexo F.2) e as respetivas alterações às peças escritas (anexo F.1), cumprindo as regras técnicas impostas pelo regulamento.

Esta instalação tem a particularidade da associação de fusíveis em série com disjuntores em alguns quadros elétricos, nomeadamente Q.-1.1, Q.COZ, Q.ENTRADA, Q.P0, Q.P-1, Q.P02, Q.SERV E O Q.ZT2, pois as correntes de curto-circuito em jogo são muito elevadas, tornando assim necessário dispositivos de proteção com um poder de corte elevado, encarecendo as instalações. Para tal, foi solicitado um estudo à hager, fabricante de equipamentos, a fim de minimizar os custos da instalação com a aplicação de dispositivos com um poder de corte mais baixo, pois os fusíveis tem um poder de corte superior, enquanto os disjuntores têm um poder de corte limitado (anexo F.3).

7.4. Tormáximos, LDA.

Este projeto diz respeito às correções impostas pelo Ministério da Economia – DRE, relativas ao PT. A.I. de 100 kVA e instalações em B.T. de metalomecânica.

Como ponto de partida, analisa-se o relatório das não conformidades estando este presente em anexo (Anexo G.1.1) a fim de dar respostas ao que é pretendido, elaborando-se um relatório de correções relativas às instalações (Anexo G.1.2), bem como as peças desenhadas alteradas (Anexo G.2) e as respetivas alterações às peças escritas (anexo G.1), cumprindo as regras técnicas impostas pelo regulamento.

CAPÍTULO VIII – Instalações eventuais, Iluminação Pública e Vistorias

8.1. Instalações eventuais

As instalações eventuais para alimentação de instalações de carácter eventual, devem ser concebidas de modo a funcionar no intervalo de tempo estritamente necessária dependente do evento em causa, destinando-se normalmente a casos do tipo: circos, feiras, festas, espetáculos de rua e similares.

A obrigação de ligação de instalações eventuais está condicionada à disponibilidade da rede de distribuição e ao cumprimento das normas legais e regulamentares em vigor, não podendo prejudicar a normal exploração da rede nem constituir perigo para pessoas e bens.

De acordo com as normas técnicas aplicáveis, o requisitante é o responsável por estabelecer a montagem e desmontagem do ramal de ligação à rede e respetivo quadro de entrada, com ou sem contagem. A vistoria da instalação é da autoria da EDP Distribuição.

Para a certificação de instalações, considera-se:

- No caso de ligações à rede BT de instalações de carácter provisório ou eventual a certificação e autorização de entrada em exploração é da competência da EDP Distribuição, nos termos do DL 272/92 de 3 de Dezembro;
- No caso de ligações à rede BT de instalações de utilização não localizadas em edifícios, cuja potência a alimentar pela rede não exceda 1,15 kVA e a empresa instaladora esteja devidamente inscrita no Instituto dos Mercados de Obras Públicas e Particulares e do Imobiliário (IMOPPI), estão excluídas da inspeção nos termos dos DL 101/2007 de 2 de Abril e DL 272/92 de 3 de Dezembro (destina-se a equipamentos urbanos para publicidade, como por exemplo: mupis, etc.).

O início do fornecimento de energia elétrica, só é estabelecido após celebração de um contrato com um comercializador.

Os documentos necessários para efetuar a ligação à rede, solicitados pelo requisitante são:

- Cartão de Contribuinte (NIF ou NIPC) e Bilhete de Identidade ou Passaporte;
- Autorização do Governo Civil (ou eventualmente da Polícia, Câmara Municipal, Junta de Freguesia ou Delegação Marítima);
- Termo de Responsabilidade pela execução da instalação elétrica;
- Termo de Responsabilidade pela exploração elétrica (para potência contratada superior a 10 kVA) ou Declaração de Responsabilidade (até 10 kVA), nos termos da legislação em vigor (DL 517/80 de 31 de Outubro). (EDP, et al., 2011)

8.1.1. Feira do vinho e da vinha, Festa do Leitão, Festa jogos sem fronteiras

A feira do vinho e da vinha com potência de 360 kVA, a festa dos jogos sem fronteira com a potência de 69 kVA em Anadia, e a festa do leitão com 41,4 kVA na Curia, são alguns exemplos de instalações eventuais que o estagiário realizou.

De acordo com o descrito no ponto anterior (8.1), verifica-se que dadas as potências em jogo das referidas instalações, a certificação e autorização de entrada em exploração é da competência da EDP Distribuição, nos termos do DL 272/92 de 3 de Dezembro e os documentos necessários para efetuar a ligação de energia à rede são nomeadamente, o NIF ou NIPC, bilhete de identidade ou passaporte, autorização do governo civil, termo de responsabilidade pela execução da instalação elétrica e termo de responsabilidade pela exploração elétrica. Documentos anexos (Anexo H).

8.2. Iluminação Pública

A ligação de uma rede de iluminação pública a construir poderá ser feita a partir da rede de iluminação pública existente ou através de um posto de transformação de Distribuição, sendo considerado como iluminação pública as ligações solicitadas ou autorizadas pelas câmaras municipais para esse fim.

Na elaboração do projeto de iluminação pública considera-se, além da aprovação da câmara municipal, recomendações da EDP., DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA, S.A, as Normas e Regulamentos em vigor, nomeadamente: o Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Elétrica em Baixa Tensão e de Iluminação Pública.

Os principais tipos de ligação da iluminação pública à rede de distribuição, estão ilustrados nas figuras seguintes (Figura 8. 1 e Figura 8. 2).

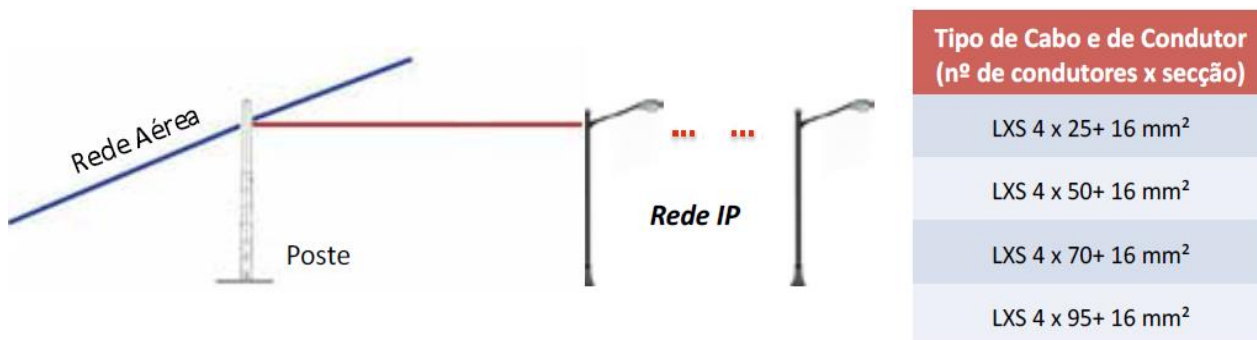


Figura 8. 1- Ligação através de linha aérea da rede de iluminação pública. (EDP, et al., 2011)

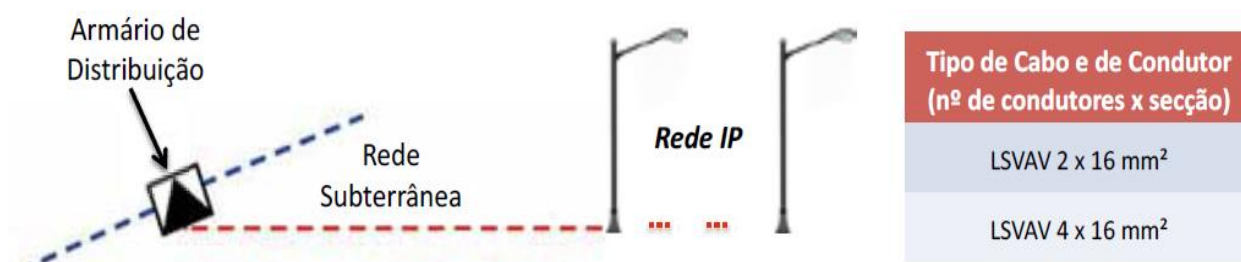


Figura 8. 2 - Ligação através de linha subterrânea da rede de iluminação pública. (EDP, et al., 2011)

A ligação e ampliação da rede de iluminação pública, manutenção ou substituição de focos luminosos estão previstas nos termos do protocolo anexo aos contratos de concessão de distribuição de energia elétrica em baixa tensão entre as Câmaras Municipais e a EDP Distribuição. O tipo de materiais a utilizar na iluminação pública, distribuição de encargos de estabelecimento e responsabilidades de exploração e de manutenção são definidos no referido protocolo.

Nos loteamentos e urbanizações, o estabelecimento de rede de iluminação pública, a cargo dos respetivos promotores, é objeto de análise e parecer prévio da Câmara Municipal e EDP Distribuição, sendo que depois de construídas as infraestruturas passam a fazer parte integrante da rede pública de iluminação, cuja responsabilidade de exploração é da EDP Distribuição. No caso de condomínios fechados, a responsabilidade pelo licenciamento, execução, exploração e manutenção da iluminação exterior ficam a cargo do promotor ou proprietários.

A iluminação de fachadas de edifícios, monumentos ou obras de arte, não é considerada ligação à rede de iluminação pública, mas sim uma instalação cuja ligação obedecerá aos princípios definidos para as ligações BT/MT. (EDP, et al., 2011)

8.2.1. Arruamento de acesso ao centro escolar de Salreu

As instalações que constituem este projeto são no seu essencial a rede de iluminação pública elaborada pelo estagiário e anexa ao relatório (anexo I), contendo as peças escritas (anexo I.1), desenhadas (anexo I.2) e o caderno de encargos com as medições e estimativa orçamental (anexo I.3).

A iluminação será assegurada por uma rede subterrânea equipada por:

- Coluna metálica, tronco-octogonal, H.U (altura útil) = 8 metros, com braço de 0,75 metros, equipada com armadura SINTRA 1, com lâmpada SON de 150W, do tipo SCHRÉDER ou equivalente (com eléctrodo de terra próprio), a enterrar em manilhas;
- Cabo LSVAV4x16 em tubo PEAD 63,6 Kg/cm², em vala;

- Tubo 2xPEAD 63,6 Kg/cm², em vala (reserva);
- Caixa de Visita Truncocónica, Ø600mm, 1000mm de altura, com tampa e características regulamentares.

A opção pela referência e tipo de armadura a instalar tem em conta características adequadas aos locais que iluminam (ângulo de dispersão, fluxo e curvas fotométricas), sendo também de primordial importância a sua forma de fixação aos postes em betão já existentes. Os cabos da rede de iluminação pública serão do tipo LSVAV c/ a secção de 16, tensão nominal 0,6/1KV. Nas redes de iluminação o cabo andar­á diretamente em vala, regulamentarmente protegido e sinalizado (rede de postos em betão) ou em tubo PEAD Ø 63, 6Kg/cm². Em travessias os cabos serão embebidos em tubo PEAD Ø 63, 6Kg/cm², protegido por camada de betão à profundidade de 1 m.

Relativamente às ligações à terra, nas redes de iluminação constituída pelos postes em betão, será mantida a rede de terras existente.

Quanto ao estudo luminotécnico foi solicitado à Soneres, SA conforme anexo (anexo I.3.3).

8.3. Vistorias

Após projeto elaborado, este só é aplicado depois de analisado pelas entidades competentes para o efeito. Contudo, mesmo após análise, cabe às entidades acima referidas realizar vistorias às instalações com o objetivo de verificar se o que consta em projeto aprovado foi cumprido ou não. Só após parecer positivo das entidades é que é permitida a ordem de ligar as instalações à entidade pública, quer em instalações elétricas quer em ITED.

As vistorias normalmente são feitas com o acompanhamento do responsável da instalação, do projetista e a pessoa que realiza as vistorias das instalações.

Como objetivo principal de uma vistoria, está a verificação das instalações no que se refere ao cumprimento das regras prescritas pelas legislações e o projeto aprovado. Caso ocorra dúvidas durante a vistoria, é função do projetista esclarecer o porquê dessa instalação.

O responsável pela vistoria faz-se acompanhar sempre do projeto aprovado e analisado para confrontar com o que se encontra implementado no edifício.

Com o objetivo de ter uma noção de como são feitas as vistorias e quais as funções de um projetista no ato das vistorias, o estagiário deslocou-se a algumas instalações acompanhado do engenheiro responsável da empresa, sempre na vertente das instalações elétricas.

8.3.1. Praça de Anadia - Quiosque mais Restaurante

O quiosque e o Restaurante são alimentados por um quadro geral, quadro que também alimenta a iluminação da praça. Relativamente ao quiosque foi verificado o quadro do quiosque, bem como o quadro geral. Concluindo-se que faltava no quadro geral um contador independente para o quiosque, bem como o limitador de potência.

Quanto ao restaurante, dado á existência de um cabo XV ao qual foi no ato da instalação, cortado a bainha, este ficou sem proteção que garanta a classe II. Resultando assim do incumprimento do projetado implicando a não aprovação das instalações.

8.3.2. Herdade Defesa e Barros – Avis

A vistoria a esta instalação, dado à existência de PT próprio, focou-se: na medição do valor da resistência do transformador, de serviço e de proteção, bem como do quadro do posto de transformação (Tabela 8. 1).

Tabela 8. 1 - Medição de Terras

Terra de Proteção [ohms]	Terra de Serviço [ohms]	Quadro Geral [ohms]
17 Ω	18,5 Ω	31 Ω

Conclusão

O estágio realizado na empresa Licínio Alegre Engenharia, Lda. traduziu-se numa mais valia para a formação do estagiário, pois foi o primeiro contato com o mundo profissional e de forma ativa, onde pode analisar, julgar, dar pareceres e intervir em situações reais. O contacto com situações reais e às quais têm de ser dadas respostas céleres, trabalhar com profissionais qualificados e com vastos conhecimentos na área de projeto (Instalações elétricas e ITED), permitiu adquirir parte desses conhecimentos e hábitos de trabalho.

O período de estágio permitiu também solidificar e aprofundar uma grande parte dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso, bem como através da realização de cada projeto que ia surgindo ao longo do estágio.

Com a realização dos vários projetos cumprindo as várias etapas da sua elaboração, desde a sua fase inicial até à fase de execução, colocaram-se em prática os conhecimentos adquiridos.

O objetivo principal deste estágio era adquirir experiência profissional na área de projeto, com vista à integração no mundo do trabalho, passando por assumir responsabilidades, aplicar conhecimentos teóricos em situações práticas, desenvolver capacidades de decisão e superar os desafios propostos, objetivo esse alcançado através do exercício de atividades semelhantes às desempenhadas pelos profissionais deste ramo, os quais se dispuseram na orientação do estágio.

Em resumo, na Tabela 9. 1 estão indicados alguns projetos realizados dos vários tipos de edifícios pelo estagiário, nas especialidades de instalações elétricas e infraestruturas de telecomunicações.

Tabela 9. 1 - Lista de alguns projetos realizados durante o estágio

Instalações:	Trabalho realizado:
Adega da Mealhada – Casa de Sarmento, S.A – (Alfora – Sepins)	Esclarecimentos/Correções do Projeto Elétrico
Centro Escolar de Salreu – Estarreja	
Centro escolar de Avelãs de Cima – Anadia	
Espaço inovação do Município da Mealhada – Mealhada	
Escola profissional de Anadia	
Hotel Rural*** – ARSDURIUM, LDA. – Cinfães	
Reconstrução, Ampliação e Reconversão de uma casa em granito do séc. XVIII em Hotel Rural**** – (Sever do Vouga)	
Tormáximos, LDA. – Metalomecânica – Zona industrial de Barrô	
Arruamento de acesso ao centro escolar de Salreu – Estarreja	Projeto Elétrico
Arruamento – Beneficiação da EM334 – Rotunda da EM334 no cruzamento de acesso a Chipar de Cima e centro da Poutena – Anadia	
Novos arruamentos de acesso e áreas envolventes com estacionamento dos pavilhões gimnodesportivos de Sangalhos – Anadia	

Instalações:	Trabalho realizado:
Cabine para bomba de água – urbanização do Montouro – Anadia	
Eco – Parque de Anadia – urbanização do Montouro – Anadia	
ETAR de Sangalhos – Anadia	
Herdade Defesa e Barros – Casa de Sarmento, S.A – Figueira de Barros	
Pavilhão desportivo de Sangalhos – Anadia	
Vasto Lote – Unipessoal, LDA. – Estabelecimento industrial – Zona industrial de Barrô	
Aramague – Fábrica de artigos de arame, S.A. – Valongo do Vouga	
APPACDM – Avelãs de Caminho	
Canel, Fábrica de cartão canelado com administrativos, LDA. – Oliveira do Bairro	
Nexxpro – Fábrica de capacetes, LDA. – Zona industrial Amoreira da Gândara	
Pastelaria Flôr do Vouga – Edifício de restauração e bebidas – Águeda	
São Gabriel – Empreendimentos imobiliários, LDA. – Anadia	
Tomé & Filhos, LDA. – Serração de madeiras – Mealhada	
Escolas primárias do concelho de Anadia: <ul style="list-style-type: none"> • EB1 de Aguim; • EB1 de Ancas; • EB1 da Moita; • EB1 de Vila Nova de Monsarros; • EB1 de Vilarinho do Bairro; • EB1 de Tamengos; • EB1 de Mogofores; • EB1 de Poutena. 	Projeto Elétrico e Projeto ITED
Complexo Cultural e Museu da Levada de Tomar	
Pavilhão Gimnodesportivo de Ventosa do Bairro	

Deste modo, consideram-se cumpridos os requisitos de relatório de estágio do MIEE e que foram submetidos a Júri para avaliação.

Referências Bibliográficas

ACIST, Associação Empresarial de Comunicações de Portugal. 2010. *Dossier ITED 2 - O Essencial...* Rua D.Manuel I. 78, Estádio Cidade de Coimbra : ACIST - Associação Empresarial de Comunicações de Portugal. Novembro de 2010. ISBN: 978-972-99997-3-4.

ANACOM, Autoridade Nacional de Comunicações. 2010. *Manual ITED - Prescrições e Especificações Técnicas das Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios.* Portugal : ICP - Autoridade Nacional de Comunicações. Junho de 2010.

CERTIEL, Associação Certificadora de Instalações Elétricas. 2013. A CERTIEL - Portal. *CERTIEL.* [Online] Março de 2013. <http://www.certiel.pt/>.

CERTIEL_tabela. 2013. Instalações que carecem de projeto aprovado. [Online] 2013. acessível em: http://www.certiel.pt/document_library/get_filefolderId=11825&name=DLFE-1.pdf.

DGGE, Direção Geral de Geologia e Energia e CERTIEL. 2006. *RTIEBT - Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão. 1ª edição anotada, Volume I,II,III.* DGGE, CERTIEL, 2006. ISBN: 978-972-8268-37-4 & ISBN: 978-972-95180-4-1.

DL101/2007. 2007. Ministério da Economia e da Inovação, Diário da República Eletrónico. *DL101/2007, n°65, Série I.* [Online] 2 de Abril de 2007. disponível em: <http://www.dre.pt/cgi/dr1s.exe?t=dr&cap=1-1200&doc=20071059%20&v02=&v01=2&v03=1900-01-01&v04=3000-12-21&v05=&v06=&v07=&v08=&v09=&v10=&v11='Decreto-Lei'&v12=&v13=&v14=&v15=&sort=0&submit=Pesquisar>.

DL272/92. 1992. Ministério da Indústria e Energia, Diário da República Eletrónico. *DL272/92, n°279 -I série-A.* [Online] 3 de Dezembro de 1992. disponível em: www.eletrotecnia.com/electronica-projectos-montagens/57-quadro-legal-ited/instalacoes-electricasservico-particular/182-decreto-lei-27292-de-3-de-dezembro.html.

DL517/80. 1980. Ministério da Indústria e Energia, Diário da República Eletrónico. *DL517/80, n°253/80 Série I.* [Online] 31 de Outubro de 1980. disponível em: www.dre.pt/cgi/dr1s.exe?t=dr&cap=1-1200&doc=19803922%20&v02=&v01=2&v03=1900-01-01&v04=3000-12-21&v05=&v06=&v07=&v08=&v09=&v10=&v11='Decreto-Lei'&v12=&v13=&v14=&v15=&sort=0&submit=Pesquisar.

Economia, Ministério da. 2013. DRE - Direções Regionais da Economia. *DRE*. [Online] Março de 2013. <http://www.dre.min-economia.pt>.

EDP, distribuição e ISR, Departamento de Engenharia Eletrotécnica da Universidade de Coimbra. 2011. Manual de Ligações à Rede Elétrica de Serviço Público. 3ª edição, Junho de 2011.

Fernandes, Carlos Gustavo Teixeira Paiva. 2009. *Desenvolvimento de uma Ferramenta para Projeto de Quadros Elétricos de Baixa Tensão*. Relatório de Projeto no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia e de Computadores Major de Energia : FEUP - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Julho de 2009.

Ficha-Técnica_12. 2005. CERTIEL. *Seletividade entre diferenciais*. [Online] Junho de 2005. acessível em: http://www.certiel.pt/c/document_library/get_file?uuid=65a4a0bd-0e9c-4790-88fc-aac63bc881e2&groupId=10100.

Ficha-Técnica_16. 2006. CERTIEL. *Seletividade de proteção contra as sobreintensidades*. [Online] Junho de 2006. acessível em: http://www.certiel.pt/c/document_library/get_file?uuid=5630596c-ee9c-4816-beb2-57a64506d8af&groupId=10100.

Jesus, Ricardo Jorge Martins de Carvalho. 2010. *Projeto de Instalação Elétrica de Baixa Tensão de um Lar de Idosos*. Tese de Mestrado : Escola de Engenharia da Universidade do Minho. Junho de 2010.

Nogueira, Hilário Dias e Moraes, Josué Lima. 2008. *Tabelas Técnicas das Instalações Elétricas Segundo as Regras Técnicas, RTIEBT*. CERTIEL - Associação Certificadora de Instalações Elétricas, 2008. ISBN: 978-972-95180-7-2.

Nogueira, Hilário Dias. 2008. *Manual Técnico do Eletrecista - Proteções Elétricas, Matemática para Eletrecistas*. SIEMENS, 2008. PUBLINDUSTRIA.

Policabos. 2013. Índice de Proteção IP. [Online] 2013. acessível em: http://www.policabos.pt/fotos/editor2/IP_CLASSES_PROTECCAO.pdf.

Raminhos, Filipe Manuel Martins. 2012. *Análise, Simulação e Projeto de Instalações Técnicas em Edifícios*. Tese de Mestrado : ISEC - Instituto Superior de Engenharia de Coimbra. Dezembro de 2012.

RTIEBT. 2006. *Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão, Diário da República, 1ª série - nº175, Portaria nº949-a/2006, de 11 de Setembro, 6682 - (2) - 6682 - (191).* 2006. ISBN: 978-972-27-1916-2.

Silva, Henrique Ribeiro da e ISEP, Departamento de Engenharia do Instituto Superior de Engenharia do Porto. 2009. Projeto de Postos de Transformação - Cálculo dos Condutores. *O Eleticista*. Vol. 4ª Parte, Julho de 2009, disponível em: <http://www.voltimum.pt/>.

Silva, Henrique Ribeiro da e ISEP, Departamento de Engenharia Eletrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto. 2009. Projeto de Postos de Transformação - Elaboração do Projeto, Dados. *O Eleticista*. Vol. 3ª Parte, Julho de 2009, disponível em: <http://www.voltimum.pt/>.

SOLIDAL. 2007. *Guia Técnico.* Quintas&Quintas - Condutores Elétricos, S.A : SOLIDAL - Condutores Elétricos, S.A. Maio de 2007.

SOMATICA, Materials & Solutions. 2013. Índice de Proteção IK. [Online] 2013. acessível em: <http://www.somatica.pt/suporte/proteccao-ip-ik-nema/>.

Veiga, Ângela Maria Pereira. 2010. *Projetos de Instalações em Edifícios.* Tese de Mestrado : ISEC - Instituto Superior de Engenharia de Coimbra. Dezembro de 2010.