



Instituto Superior de Engenharia

Politécnico de Coimbra

DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA ELETROTÉCNICA

Auditoria Energética e Caraterização de Instalações Técnicas Especiais – Estudo de Caso – Casa Municipal da Proteção Civil e Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra

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

Especialização em Automação e Comunicações em Sistemas de
Energia

Autor

Daniel de Oliveira Gonçalves

Orientadores

Prof. Doutor Adelino Jorge Coelho Pereira

Prof. Doutora Rita Manuela da Fonseca Monteiro Pereira



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA

Coimbra, setembro de 2024

AGRADECIMENTOS

Tratando-se do culminar de uma etapa importante, não poderia deixar de agradecer a um conjunto de pessoas que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização do presente estudo.

Primeiramente, gostaria de agradecer à Câmara Municipal de Coimbra, na pessoa do Exmo. Senhor Presidente, Professor Doutor José Manuel Silva, pela autorização da realização deste trabalho em protocolo com o Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.

Gostaria ainda de agradecer aos Orientadores do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Professor Doutor Adelino Pereira e Professora Doutora Rita Pereira, pelos seus conselhos, apoio e partilha de conhecimento, essenciais à concretização deste trabalho.

Um especial agradecimento ao Chefe da Divisão de Equipamentos e Instalações Técnicas Especiais, Engenheiro Daniel Gaudêncio, por todos os ensinamentos, pela incansável dedicação, pela constante orientação e por toda a amizade partilhada ao longo deste percurso.

A toda a equipa da CertEnergia, Estudos e Projetos de Engenharia, Lda., em especial à Engenheira Helena Serrano, bem como aos colaboradores do Departamento de Edifícios e Equipamentos Municipais da Câmara Municipal de Coimbra, obrigado pela preciosa colaboração nas diversas monitorizações realizadas.

À Companhia de Bombeiros Sapadores, obrigado pela constante disponibilidade e acompanhamento nas diversas visitas realizadas ao edifício.

Por último, gostaria de expressar a minha profunda e eterna gratidão à minha família. Aos meus Pais, Lurdes e José, por TUDO! À minha Irmã, Cátia, pelos ensinamentos e valores transmitidos ao longo de toda a vida, pela confiança e inspiração. À minha Esposa, Jessica, pela presença constante, motivação, dedicação, paciência e por todo o amor.

RESUMO

As alterações climáticas constituem uma ameaça crescente, com consequências para diversas áreas da sociedade. Em Portugal, cerca de 30% da energia final é consumida pelo setor dos edifícios, enquanto na Europa, este valor ronda os 40%.

Perspetivando-se a descarbonização do parque edificado até 2050, a redução dos seus consumos energéticos e o conforto dos seus ocupantes, em conformidade com as políticas europeias refletidas na atual Diretiva Europeia de Desempenho Energético dos Edifícios (EPBD) e em concordância com o previsto no Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 (RNC 2050), Portugal tem adotado medidas que visam atualizar e melhorar as condições técnicas dos edifícios, insistindo na proliferação controlada de sistemas de energias renováveis.

A implementação, em 2007, do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), através da avaliação da eficiência energética de um imóvel e do fornecimento, aos seus proprietários, de informação relevante, nomeadamente ao nível do conforto, dos sistemas de climatização e dos sistemas de produção de águas quentes sanitárias, tem contribuído para a melhoria das condições técnicas dos edifícios e consequente redução do consumo energético.

Através do Plano de Recuperação e Resiliência (PRR), com um período de execução até 2026, Portugal tem implementado um conjunto de reformas e de investimentos, cujo principal objetivo é a reabilitação e o incremento da eficiência energética em edifícios, proporcionando inúmeros benefícios sociais, ambientais e económicos.

O Edifício da Casa Municipal da Proteção Civil e Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra é um edifício público de serviços, construído há cerca de 25 anos, previamente à implementação do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios, pelo que os seus sistemas construtivos e técnicos se encontram desatualizados face às atuais exigências regulamentares. Tratando-se de um edifício com condições de funcionamento singulares, que acolhe os serviços de Bombeiros Sapadores e também serviços de Proteção Civil, ambos com elevada relevância para o Concelho de Coimbra, é necessário garantir o correto funcionamento das instalações técnicas especiais, destacando-se as instalações de telecomunicações.

No decorrer da elaboração do presente trabalho, foram caracterizadas as principais formas de consumos de energia, bem como as instalações técnicas especiais existentes, tendo sido elaborado o projeto de execução da especialidade de telecomunicações. Posteriormente, com vista à remodelação e atualização das diferentes instalações técnicas, à redução da faturação energética e das emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE), foram identificadas oportunidades de racionalização de consumos e de melhoria das instalações.

Palavras-chave: Auditoria Energética, Eficiência Energética, Instalações Técnicas Especiais, Melhoria e Remodelação das Instalações, Oportunidades de Racionalização de Consumos, Projeto de Telecomunicações.

ABSTRACT

Climate change poses a growing threat with consequences for various areas of society. In Portugal, around 30% of final energy is consumed by the building sector, while in Europe, this figure is approximately 40%.

With the aim of decarbonizing the building stock by 2050, reducing its energy consumption, and ensuring occupant comfort, in line with European policies reflected in the current Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) and in accordance with the Roadmap for Carbon Neutrality 2050 (RNC 2050), Portugal has adopted measures aimed at updating and improving the technical conditions of buildings, emphasizing the controlled proliferation of renewable energy systems.

The implementation of the Energy Certification System for Buildings (SCE) in 2007, through the assessment of a property's energy efficiency and the provision of relevant information to its owners, particularly regarding comfort, climate control systems, and hot water production systems, has contributed to improve the technical conditions of buildings and consequently to reduce energy consumption.

Through the Recovery and Resilience Facility (RRF), with an execution period until 2026, Portugal has implemented a set of reforms and investments, the main objective of which is the rehabilitation and enhancement of energy efficiency in buildings, providing numerous social, environmental, and economic benefits.

The building of the Municipal Civil Protection House and the Fire Brigade Headquarters in Coimbra is a public service building, constructed about 25 years ago, prior to the implementation of the Energy Certification System for Buildings (SCE), so its construction and technical systems are outdated compared to current regulatory requirements. As a building with unique operating conditions, hosting both the Fire Brigade services and Civil Protection services, both of which are highly relevant to the Municipality of Coimbra, it is necessary to ensure the proper functioning of special technical installations, particularly telecommunications installations.

During the development of this document, the main forms of energy consumption were characterized, as well as the existing special technical installations, and the telecommunications specialty execution project was developed. Subsequently, aiming the remodeling and updating of different technical installations, reducing energy bills, and Greenhouse Gas (GHG) emissions, opportunities for consumption rationalization and installation improvements were identified.

Keywords: Energy Audit, Energy Efficiency, Installation Improvement and Remodeling, Opportunities for Consumption Rationalization, Special Technical Installations, Telecommunications Project.

ÍNDICE

1	Introdução	1
1.1	Âmbito	1
1.2	Objetivos	6
1.3	Metodologia	7
1.4	Estrutura do Documento	8
2	Caraterização do Edifício.....	9
2.1	Enquadramento Histórico.....	9
2.2	Localização	13
2.3	Arquitetura dos Espaços	14
2.4	Perfis de Utilização.....	14
2.5	Caraterísticas Construtivas da Envolvente.....	15
2.5.1	Envolvente Opaca Vertical	15
2.5.2	Envolvente Opaca Horizontal.....	16
2.5.3	Envolvente Transparente	17
2.5.4	Portas	19
2.6	Instalações e Equipamentos.....	20
2.6.1	Aquecimento.....	20
2.6.2	Ventilação Mecânica	23
2.6.3	Ar Condicionado	23
2.6.4	Equipamentos de Lavandaria.....	25
2.6.5	Instalações de Transporte Vertical.....	26
2.6.6	Instalações Elétricas	28
2.6.7	Iluminação	37
2.6.8	Instalações de Telecomunicações.....	40
2.6.9	Rede de Gás Natural.....	41
2.6.10	Rede de Abastecimento de Água e Águas Quentes Sanitárias	42
3	Monitorização das Instalações	44
3.1	Consumos Energéticos	44
3.1.1	Gás Natural	44
3.1.2	Energia Elétrica	49

3.1.3	Água da Rede Pública	58
3.1.4	Consumos Globais de Energia	61
4	Projeto de Telecomunicações.....	63
4.1	Enquadramento Legal.....	64
4.2	Projeto de Execução	66
4.2.1	Generalidades.....	66
4.2.2	Dimensionamento da Rede de Cabos.....	70
4.2.3	Dimensionamento da Rede de Tubagens.....	75
4.2.5	Instalação Elétrica e Terra de Proteção	81
4.2.6	Cálculo das Redes.....	81
5	Oportunidades de Racionalização de Consumos, Melhoria e Remodelação das Instalações	84
5.1	Iluminação	84
5.2	Sistema de Aquecimento Central e Águas Quentes Sanitárias	87
5.3	Instalação de Sistema de Gestão de Energia (GT/GTC)	90
5.4	Substituição de Caixilharia e Vidros.....	91
5.5	Sistema Fotovoltaico para Produção de Energia Elétrica	92
5.5.1	Simulação 1 - Sistema Conectado à Rede sem Baterias.....	97
5.5.2	Simulação 2 - Sistema Conectado à Rede com Baterias	107
6	Conclusões.....	117
	Referências Bibliográficas.....	121
	Apêndices e Anexos	125

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Fachada principal do edifício atualmente designado por Casa Municipal da Proteção Civil e Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra	12
Figura 2.2 - Bomba manual no ano de 1890 [23]	12
Figura 2.3 - Antiga bandeira da corporação inaugurada em 16/10/1927 [23]	13
Figura 2.4 - Imagem aérea (Google Earth) da Casa Municipal da Proteção Civil e Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra	13
Figura 2.5 - Envolvente opaca vertical do edifício	16
Figura 2.6 - Envolvente opaca horizontal do edifício	17
Figura 2.7 - Envolvente transparente do edifício	19
Figura 2.8 - Exemplos de portas instaladas no edifício	19
Figura 2.9 - Caldeiras de aquecimento a gás natural instaladas no edifício	20
Figura 2.10 - Exemplo de eletrobombas e radiadores instalados no edifício	22
Figura 2.11 - Da esquerda para a direita: unidade de tratamento de ar e termoventilador instalado no edifício	22
Figura 2.12 - Ventilador de extração instalado no edifício	23
Figura 2.13 - Unidades de ar condicionado instaladas no edifício	25
Figura 2.14 - Máquinas de lavar e de secar roupa instaladas no edifício	26
Figura 2.15 - Cabine de elevador e motor elétrico instalados no edifício	27
Figura 2.16 - Da esquerda para a direita: quadro de proteção e de comando instalados na “casa das máquinas” do edifício	28
Figura 2.17 - Excerto de planta do posto de transformação, seccionamento e grupo de emergência instalados no edifício	28
Figura 2.18 - Transformador de distribuição instalado no edifício	29
Figura 2.19 - Grupo gerador instalado no edifício	30
Figura 2.20 - Da esquerda para a direita: bateria de condensadores, QGBT (“emergência”), QGBT (“normal”) e automatismo de comutação automática instalados no edifício	31
Figura 2.21 - Bateria de condensadores instalada no edifício	32
Figura 2.22 - Diagrama de quadros elétricos do edifício	35
Figura 2.23 - Exemplos de equipamentos elétricos instalados no edifício - arca frigorífica, lanternas, impressora, microondas, torradeira, tostadeira, forno e máquina de café	37

Figura 2.24 - Exemplos de luminárias instaladas no interior do edifício.....	38
Figura 2.25 - Exemplos de luminárias instaladas no exterior do edifício	39
Figura 2.26 - Da esquerda para a direita: bastidores principal e parcial instalados no edifício.....	40
Figura 2.27 - Exemplo de tomada de pares de cobre instalada no edifício.....	40
Figura 2.28 - Da esquerda para a direita: caixa de corte geral, redução e contagem; coletores e válvulas de corte localizados na central térmica; coletores e válvulas de corte localizados na zona de refeitório	41
Figura 2.29 - Caixa de contador de água instalada no edifício.....	42
Figura 2.30 - Quadro de bombagem (proteção e comando) instalado no edifício .	43
Figura 2.31 - Depósito de AQS (1 500 l) instalado na central térmica do edifício..	43
Figura 3.1 - Consumos mensais de gás natural no ano de 2023.....	45
Figura 3.2 - Análise de gases de combustão realizada às caldeiras	46
Figura 3.3 - Desagregação dos consumos mensais de energia elétrica no ano de 2023	50
Figura 3.4 - Distribuição dos consumos anuais de energia elétrica pelos diferentes períodos horários, no ano de 2023.....	51
Figura 3.5 - Evolução dos consumos mensais de energia elétrica no ano de 2023.	52
Figura 3.6 - Monitorizações a circuitos e equipamentos com impacto significativo na faturação energética anual do edifício	53
Figura 3.7 - Resultados da monitorização ao circuito de alimentação ao quadro de elevador.....	53
Figura 3.8 - Resultados da monitorização ao circuito de alimentação ao quadro de AVAC	54
Figura 3.9 - Resultados da monitorização ao circuito de alimentação aos quadros de refeitório e AVAC	55
Figura 3.10 - Resultados da monitorização ao circuito de alimentação ao quadro de lavandaria.....	55
Figura 3.11 - Desagregação do consumo anual de energia elétrica da instalação, por setor de consumo	57
Figura 3.12 - Diagrama de carga da instalação – janeiro de 2023.....	58
Figura 3.13 - Diagrama de carga da instalação – julho de 2023.....	58
Figura 3.14 - Evolução dos consumos mensais de água no ano de 2023.....	60
Figura 3.15 - Evolução dos custos mensais de água no ano de 2023	60
Figura 3.16 - Consumos e custos globais de energia no ano de 2023.....	61

Figura 4.1 - Exemplo de rede de tubagem desenvolvida.....	67
Figura 4.2 - Exemplo de parte do diagrama de tubagem desenvolvido	68
Figura 4.3 - Fronteira subterrânea da rede de tubagens – Câmara de Visita Multioperador	69
Figura 4.4 - Fronteira não subterrânea da rede de tubagens - Passagem Aérea de Topo (cobertura)	70
Figura 4.5 - Ferramenta UNEX utilizada para dimensionamento da rede de tubagem	76
Figura 4.6 - Vista frontal do bastidor principal previsto para o edifício.....	79
Figura 4.7 - Vista frontal do bastidor parcial 1 previsto para o edifício	79
Figura 4.8 - Vista frontal dos bastidores parciais 2 e 4 previstos para o edifício.....	80
Figura 4.9 - Vista frontal dos bastidores parciais 3 e 5 previstos para o edifício.....	80
Figura 5.1 - Exemplo de distribuição de luminárias considerada no estudo luminotécnico desenvolvido pela empresa Katoa	86
Figura 5.2 - Evolução estimada de gastos ao longo de 10 anos (solução atual vs solução proposta)	89
Figura 5.3 - Comparativo de custos anuais e custos por MWh (solução atual vs solução proposta). Tf – termo fixo do custo de energia; TV GN – termo variável do custo de energia; O&M – custos de operação e manutenção.....	89
Figura 5.4 - Exemplo de vão envidraçado a substituir no edifício	91
Figura 5.5 - Potencial de energia fotovoltaica em Portugal Continental [32]	95
Figura 5.6 - Médias de longo prazo de irradiação horizontal global e de irradiação normal direta em Portugal Continental [32].....	95
Figura 5.7 - Potencial de energia fotovoltaica na Europa [34].....	96
Figura 5.8 - Média de longo prazo de irradiação horizontal na Europa [34]	96
Figura 5.9 - Média de longo prazo de irradiação normal direta na Europa [34].....	97
Figura 5.10 - Esquema elétrico do sistema conectado à rede sem baterias.....	99
Figura 5.11 - Localização dos painéis fotovoltaicos na cobertura do edifício	100
Figura 5.12 - Utilização da energia elétrica produzida pelo sistema fotovoltaico..	101
Figura 5.13 - Consumo coberto pelo sistema fotovoltaico e consumo coberto pela rede de energia elétrica.....	101
Figura 5.14 - Distribuição de energia pelos diferentes meses do ano (sistema sem baterias).....	102

Figura 5.15 - Relação entre consumo global, consumo coberto pelo sistema fotovoltaico e consumo coberto pela rede de energia elétrica (sistema sem baterias)	103
Figura 5.16 - Fluxo de caixa – sistema com venda de excedentes de energia elétrica (sistema sem baterias).....	105
Figura 5.17 - Fluxo de caixa – sistema sem venda de excedentes de energia elétrica (sistema sem baterias).....	106
Figura 5.18 - Esquema elétrico do sistema conectado à rede com baterias	108
Figura 5.19 - Utilização da energia elétrica produzida pelo sistema fotovoltaico com baterias	109
Figura 5.20 - Consumo coberto pelo sistema fotovoltaico com baterias e consumo coberto pela rede de energia elétrica	110
Figura 5.21 - Distribuição de energia pelos diferentes meses do ano (sistema com baterias).....	111
Figura 5.22 - Relação entre consumo global, consumo coberto pelo sistema fotovoltaico e consumo coberto pela rede de energia elétrica (sistema com baterias)	112
Figura 5.23 - Fluxo de caixa – sistema com venda de excedentes de energia elétrica (sistema com baterias).....	114
Figura 5.24 - Fluxo de caixa – sistema sem venda de excedentes de energia elétrica (sistema com baterias).....	115

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Características da envolvente opaca vertical do edifício	15
Tabela 2.2 - Características da envolvente opaca horizontal do edifício	16
Tabela 2.3 - Características da envolvente transparente do edifício	18
Tabela 2.4 - Características das caldeiras a gás natural instaladas no edifício	20
Tabela 2.5 - Grupos eletrobomba instalados no edifício.....	21
Tabela 2.6 - Características das unidades de tratamento de ar instaladas no edifício	21
Tabela 2.7 - Características dos termoventiladores instalados no edifício	22
Tabela 2.8 - Características das unidades de ventilação instaladas no edifício	23
Tabela 2.9 - Características das unidades de ar condicionado instaladas no edifício	24
Tabela 2.10 - Características das máquinas de lavar e de secar roupa instaladas no edifício.....	25
Tabela 2.11 - Características do elevador instalado no edifício	26
Tabela 2.12 - Características do motor elétrico de elevador instalado no edifício	27
Tabela 2.13 - Características do transformador instalado no edifício.....	29
Tabela 2.14 - Características do grupo gerador instalado no edifício	30
Tabela 2.15 - Listagem de quadros elétricos instalados no edifício	33
Tabela 2.16 - Listagem e principais características de outros equipamentos elétricos instalados no edifício.....	36
Tabela 2.17 - Resumo de tipos de lâmpadas instaladas no interior do edifício	38
Tabela 2.18 - Resumo de tipos de lâmpadas instaladas no exterior do edifício.....	39
Tabela 2.19 - Resumo de outros equipamentos consumidores de gás natural instalados no edifício.....	41
Tabela 3.1 - Consumos e custos de faturação mensais de gás natural no ano de 2023	44
Tabela 3.2 - Desagregação do consumo anual de gás natural da instalação, por setor de consumo	46
Tabela 3.3 - Resultados de eficiência térmica das caldeiras instaladas no edifício (método das perdas)	49
Tabela 3.4 - Consumos mensais desagregados de energia elétrica no ano de 2023	50
Tabela 3.5 - Desagregação do consumo anual de energia elétrica da instalação, por setor de consumo	56
Tabela 3.6 - Consumos e custos de faturação mensais de água no ano de 2023.....	59

Tabela 3.7 - Consumos e custos globais de energia no ano de 2023	61
Tabela 4.1 - N° de tomadas, por tecnologia, previstas no edifício	69
Tabela 4.2 - Equipamento utilizado para interligação dos diferentes bastidores às tomadas terminais (rede individual de cabos de pares de cobre).....	71
Tabela 4.3 - Equipamento utilizado para interligação do bastidor principal às tomadas terminais de fibra ótica a instalar na ZAP (rede de individual de cabos de fibra ótica).....	72
Tabela 4.4 - Equipamento utilizado para interligação do bastidor principal aos bastidores parciais e às tomadas terminais coaxiais (rede individual de cabos coaxiais)	73
Tabela 4.5 - Níveis de sinais nas tomadas terminais [18].....	74
Tabela 4.6 - Rede individual de tubagens dimensionada para o edifício	76
Tabela 4.7 - Dimensionamento de armários e caixas a instalar no edifício.....	77
Tabela 4.8 - Cálculos da rede de fibra ótica.....	82
Tabela 4.9 - Níveis de sinal a fornecer pelo sistema de antenas	83
Tabela 5.1 - Período de retorno simples do investimento inerente à substituição de luminárias interiores do edifício.....	86
Tabela 5.2 - Custos com gás natural e manutenção (solução atual vs solução proposta).....	88
Tabela 5.3 - Valores de aquisição do equipamento após o 3º ano de consumo	90
Tabela 5.4 - Período de retorno simples do investimento inerente à instalação de sistema de gestão de energia no edifício	91
Tabela 5.5 - Período de retorno simples do investimento inerente à substituição de caixilharia e vidros no edifício.....	92
Tabela 5.6 - Equipamentos previstos para instalação no Edifício.....	98
Tabela 5.7 - Resultados da simulação realizada no software PV*SOL.....	100
Tabela 5.8 - Análise financeira obtida no âmbito da simulação realizada, considerando a venda de excedentes de energia elétrica produzida (sistema sem baterias).....	104
Tabela 5.9 - Equipamentos previstos para instalação no edifício.....	107
Tabela 5.10 - Resultados da simulação realizada no software PV*SOL.....	109
Tabela 5.11 - Análise financeira obtida no âmbito da simulação realizada, considerando a venda de excedentes de energia elétrica produzida (sistema com baterias).....	113

NOMENCLATURA

SIGLAS E ACRÓNIMOS

ADENE	Agência para a Energia
AQS	Águas Quentes Sanitárias
AT	Alta Tensão
BGT	Barramento Geral de Terras
BT	Baixa Tensão
CID	Decisão de Implementação do Conselho
CMOS	Central Municipal de Operações de Socorro
CVM	Câmara de Visita Multioperador
DST	Descarregador de Sobretensões
EPBD	Diretiva Europeia de Desempenho Energético dos Edifícios
ETIC	Isolamento Térmico pelo Exterior
GEE	Gases com Efeito de Estufa
GES	Grande Edifício de Serviços
GN	Gás Natural
GT	Gestão Técnica
GTC	Gestão Técnica Centralizada
ISEC	Instituto Superior de Engenharia de Coimbra
ITED	Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios
ITUR	Infraestruturas de Telecomunicações em Loteamentos, Urbanizações e Conjuntos de Edifícios
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PAT	Passagem Aérea de Topo
PCI	Poder Calorífico Inferior
PD	Ponto de Distribuição
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PME	Pequenas e Médias Empresas
PNEC	Plano Nacional de Energia e Clima

PRR	Plano de Recuperação e Resiliência
PRS	Período de Retorno Simples
QGBT	Quadro Geral de Baixa Tensão
RC	Repartidor de Cliente
RCM	Reunião do Conselho de Ministros
RECS	Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços
REH	Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação
RNC	Roteiro para a Neutralidade Carbónica
SACE	Sistema de Automatização e Controlo de Edifícios
SCE	Sistema de Certificação Energética dos Edifícios
TPT	Terminal Principal de Terras
TT	Tomada Terminal
UE	União Europeia
UPS	Fonte de Alimentação Ininterrupta
UTA	Unidade de Tratamento de Ar
XPS	Polietileno Extrudido
ZAP	Zona de Acesso Privilegiado

LETRAS E SÍMBOLOS

A	Ampere
CO	Monóxido de Carbono
CO ₂	Dióxido de Carbono
CO ₂ eq	Dióxido de Carbono Equivalente
Cu	Cobre
€	Euro
GWh	Giga Watt Hora
h	Hora
Hz	Hertz
K	Kelvin

*Auditoria Energética e Caraterização de Instalações Técnicas Especiais – Estudo de Caso –
Casa Municipal da Proteção Civil e Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra*

kJ	Kilo Joule
kg	Kilograma
kVA	Kilo Volt Ampere
kW	Kilo Watt
kWh	Kilo Watt Hora
kWp	Kilo Watt Pico
l	Litro
m	Metro
m ²	Metro Quadrado
m ³	Metro Cúbico
MW	Mega Watt
Nm	Nanómetro
O ₂	Oxigénio
Ppm	Partes Por Milhão
V	Volt
W	Watt
°C	Grau Célsius

1 INTRODUÇÃO

1.1 Âmbito

As alterações climáticas apresentam-se como uma das maiores ameaças ambientais do século XXI, impactando negativamente diversas áreas da sociedade. Tratando-se de uma problemática amplamente discutida nos últimos anos, à escala planetária, é possível ainda identificar, atualmente, dificuldades na obtenção de respostas, em termos de políticas, quer a nível mundial, quer a nível europeu, nacional, regional e municipal [1].

O mundo encontra-se atualmente a aquecer mais rapidamente do que em qualquer outro momento registado na história. As emissões de Gases com Efeito de Estufa levam ao aquecimento global e às alterações climáticas. Estas alterações às condições climáticas normalmente existentes no planeta Terra, caracterizam-se por serem de longo prazo, muitas vezes irreversíveis, sendo causadas por fatores como a produção de energia, a fabricação de produtos, o desmatamento florestal, o uso de transportes, a produção de alimentos, o uso intensivo de energia em edifícios, o excesso de consumo, entre outros.

Inevitavelmente, os efeitos das alterações climáticas apresentam muitos riscos para os seres humanos e para todas as outras formas de vida no planeta Terra, salientando-se os seguintes: temperatura ambiente mais elevada; existência de tempestades mais severas; aumento de períodos de seca extrema; nível médio das águas do mar mais elevados; extinção de espécies; insuficiência de alimentos; aumento dos riscos para a saúde; aumento da pobreza e da deslocação de populações [2].

Estima-se que atualmente, em Portugal, cerca de 30% da energia final seja consumida pelo setor dos edifícios. Na Europa, este valor ronda os 40%. Perante estes factos, Portugal tem direcionado a sua estratégia no sentido de se manter coerente com as políticas europeias refletidas na atual Diretiva Europeia de Desempenho Energético dos Edifícios (EPBD) [3].

Em 2007, por via da transposição da Diretiva Europeia de Desempenho Energético dos Edifícios [3], foi implementada a Certificação Energética dos Edifícios, a qual permite, no âmbito das políticas energéticas europeias e nacionais, avaliar e classificar o desempenho energético dos edifícios, contribuindo para a melhoria das suas condições técnicas e para a consequente redução do consumo energético.

Conforme previsto no Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 (RNC 2050) [4], perspetivando-se a descarbonização do parque edificado até 2050 e em conformidade com a EPBD [3], têm sido adotadas estratégias para a reabilitação a longo prazo, promovendo a diminuição das necessidades de consumo de energia, o aumento da eficiência energética, o combate à pobreza energética e a utilização de fontes de energia renováveis.

Recentemente, em Portugal, surge uma ferramenta essencial para impulsionar a eficiência energética em território nacional, o Plano de Recuperação e Resiliência. Através deste, pretende-se implementar um conjunto de reformas e de investimentos, tendo como orientação um conceito de sustentabilidade inspirado nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas. O PRR apresenta um período de execução até 2026 e encontra-se alinhado com os seis pilares fundamentais da estratégia europeia 2030 [5]:

- Transição verde;
- Transformação digital;
- Crescimento inteligente, sustentável e inclusivo, incluindo coesão económica, emprego, produtividade, competitividade, investigação, desenvolvimento e inovação, bem como um Mercado Único em bom funcionamento com pequenas e médias empresas (PME) fortes;
- Coesão social e territorial;
- Saúde e resiliência económica, social e institucional, inclusive com vista ao aumento da capacidade de reação e preparação para crises;
- Políticas para a próxima geração, crianças e jovens, incluindo educação e competências.

A 16 de abril de 2021, assistiu-se à apresentação pública da versão final do PRR, a qual foi, seis dias depois, a 22 de abril, submetida à Comissão Europeia. A 16 de junho, foi aprovado o PRR por parte da Comissão Europeia o que viria a resultar na Decisão de Execução do Conselho Europeu do Parlamento, a 13 de julho de 2021.

Dias mais tarde, em 27 e 29 de julho, foram assinados os Acordos de Financiamento e de Empréstimo, seguindo-se, a 18 de janeiro de 2022, a assinatura do Acordo Operacional. Já em 2023, a 26 de maio, foi submetida a Atualização do PRR à Comissão Europeia [5].

A reprogramação do PRR submetida a 26 de maio de 2023, recebeu parecer positivo por parte da Comissão Europeia o que levou à adoção da nova Decisão de Implementação do Conselho (CID) por parte do Conselho da União Europeia (UE). Esta nova CID foi adotada a 17 de outubro de 2023 e contempla os objetivos dos investimentos e das Reformas, bem como os 461 marcos e metas.

A atualização do PRR permitiu uma maior dotação de capital em comparação com o PRR original, com um foco ainda maior na transição verde, com mais fundos destinados ao cumprimento de objetivos climáticos, mantendo os compromissos anteriores relativos à transição digital e assumindo um reforço na ambição ao nível da dimensão social [5].

A reprogramação do PRR inclui o novo capítulo REPowEU. Este capítulo é apresentado pela Comissão Europeia com vista a dar resposta às dificuldades e às perturbações do mercado mundial da energia causadas pela invasão da Ucrânia pela Rússia e pretende cumprir dois objetivos principais: pôr termo à dependência da UE

em relação aos combustíveis fósseis russos, que são utilizados como arma económica e política, e fazer face à crise climática [6].

Portugal, decidiu ainda adicionar ao capítulo REPowerEU novos investimentos, levando a que a sua dotação ascendesse a 1 692 milhões de euros [6].

Com o surgimento do REPowerEU, surgem também diversos desafios para Portugal, de entre os quais se destacam, o aumento da poupança de energia nos edifícios e descarbonização dos consumos associados, o combate à pobreza energética, a aceleração e intensificação da transição para fontes renováveis e o aumento da resiliência da economia.

No âmbito do REPowerEU são apresentadas medidas que contribuem de forma determinante para fazer face aos desafios identificados, sendo assim reforçados os investimentos na Eficiência Energética em Edifícios, os quais, para além de se assumirem como fundamentais para o aumento da eficiência energética nos edifícios, contribuem para o aumento da adoção de energias renováveis para autoconsumo, para a eletrificação de consumos e, no caso de edifícios residenciais, para a redução das situações de pobreza energética.

A redução da dependência energética, a diversificação de fontes e a substituição dos combustíveis fósseis, bem como o aumento de capacidade de armazenamento associada a sistemas de produção de eletricidade renovável para autoconsumo, são também garantidos pelo apoio, permitindo uma poupança anual estimada de cerca de 107 ktep de energia primária e uma redução anual de emissões de Gases com Efeito de Estufa na ordem de 40 kton de CO₂eq [7].

A componente C13 do PRR, designada por “Eficiência Energética em Edifícios” tem como objetivos reabilitar e tornar os edifícios energeticamente mais eficientes, potenciando o alcance de múltiplos objetivos, proporcionando inúmeros benefícios sociais, ambientais e económicos para as pessoas e empresas, com especial destaque para: a melhoria da qualidade do ar interior; os benefícios para a saúde; a extensão da vida útil dos edifícios; o aumento da sua resiliência; a promoção da produtividade laboral; a redução da fatura e da dependência energética do país, bem como a redução das emissões de Gases com Efeito de Estufa [8], [6], [9].

Nesta componente do PRR são contempladas as seguintes três reformas:

- TC-r26: Estratégia de Longo Prazo para a Renovação de Edifícios;
- TC-r27: Programa de Eficiência de Recursos na Administração Pública 2030 (ECO.AP 2030);
- TC-r28: Estratégia Nacional de Longo Prazo para o Combate à Pobreza Energética.

A Estratégia de Longo Prazo para a Renovação de Edifícios, aprovada pela Reunião do Conselho de Ministros (RCM) n.º 8-A/2021, contribui para um aumento da eficiência energética dos edifícios, concentrando os seus esforços, não unicamente na construção nova, mas também no aumento da qualidade do parque nacional de

edifícios existentes, no qual urge aumentar os níveis de conforto das populações e a respetiva eficiência energética. Esta estratégia vem assim possibilitar o desenvolvimento e a implementação de uma estratégia de longo prazo que permita promover a renovação de edifícios, respondendo objetivamente à necessidade identificada no Plano Nacional de Energia e Clima (PNEC 2030) [10].

O Programa de Eficiência de Recursos na Administração Pública 2030, também designado por “ECO.AP 2030”, foi aprovado pela RCM nº 104/2020 e visa promover a descarbonização e a transição energética das atividades desenvolvidas pelo Estado [11].

O ECO.AP.2030 apresenta metas claras para o horizonte de 2030 relacionadas, nomeadamente, com a eficiência energética, com o autoconsumo, com a eficiência hídrica, com a eficiência material e também respeitantes à renovação de edifícios. Para alcançar os objetivos previstos no programa, e que simultaneamente contribuam para alcançar os objetivos do PNEC 2030 [12], deverá incidir-se sobre os consumos de energia, água e materiais, produção de energia renovável, soluções de armazenamento de energia, com contributo para a redução de emissões de Gases com Efeito de Estufa.

Tendo em consideração os objetivos e metas delineados, todas as entidades abrangidas por este programa, sejam elas entidades da administração pública, direta e indireta, incluindo serviços centrais e periféricos, deverão elaborar, de três em três anos, a partir de 2021, um plano de eficiência ECO.AP 2030 [11].

Combater a pobreza energética, protegendo os consumidores vulneráveis e integrando-os de forma ativa na transição energética e climática, é o principal objetivo da Estratégia Nacional de Longo Prazo para o Combate à Pobreza Energética. O cumprimento do objetivo implica a criação de condições sociais que permitam identificar, monitorizar e atuar a nível nacional sobre os agregados familiares nesta situação, de forma integrada, sustentável e proativa.

Com recurso à aplicação de um conjunto de medidas de ação sustentáveis e alinhadas com a estratégia nacional em matéria de energia e clima, a adoção desta Estratégia responde à necessidade identificada no PNEC 2030, de “Garantir uma Transição Justa, Democrática e Coesa – Reforçar o papel do cidadão como agente ativo na descarbonização e na transição energética, criar condições equitativas para todos, combater a pobreza energética, criar instrumentos para a proteção dos cidadãos vulneráveis e promover o envolvimento ativo dos cidadãos e a valorização territorial” [13].

Paralelamente, a componente C13 do PRR contempla os seguintes investimentos:

- TC-C13-i01: Eficiência energética em edifícios residenciais;
- TC-C13-i02: Eficiência energética em edifícios da administração pública central;
- TC-C13-i03: Eficiência energética em edifícios de serviços.

No âmbito da eficiência energética em edifícios residenciais, da responsabilidade do Fundo Ambiental, com vista ao aumento da eficiência energética e de recursos, ao reforço da produção de energias de fontes renováveis em regime de autoconsumo e ao combate à pobreza energética, verifica-se a importância de serem colocadas em prática as seguintes ações:

1. Melhorias passivas ao nível da envolvente - isolamento térmico das paredes, das coberturas e dos envidraçados;
2. Melhorias ativas - sistemas de climatização para aquecimento e/ou arrefecimento (ex.: bombas de calor) e aquecimento de águas sanitárias (ex.: solar térmico);
3. Implementação de sistemas de produção de energia elétrica de origem renovável, em regime de autoconsumo ou comunidade de energia renovável;
4. Intervenções que visem a eficiência hídrica, incluindo a substituição de equipamentos por equipamentos mais eficientes;
5. Intervenções que promovam a incorporação de biomateriais, materiais reciclados, soluções de base natural, fachadas e coberturas verdes e soluções de arquitetura bioclimática, sobre prédios urbanos ou suas frações autónomas existentes [14].

À semelhança do descrito no investimento anterior, também no âmbito da eficiência energética em edifícios da administração pública central e de instituições de ensino de todos os níveis, sob a responsabilidade do Fundo Ambiental, pretende-se promover investimentos, aumentar a produção de energia de fontes renováveis em regime de autoconsumo e impulsionar a eficiência energética e de recursos [15].

No que diz respeito à eficiência energética em edifícios de serviços, verificam-se os mesmos objetivos dos investimentos anteriormente descritos [16].

Os Municípios são responsáveis pela gestão e manutenção de um vasto número de edifícios públicos, destinados à habitação, à integração de serviços, à cultura, ao comércio, à saúde e à educação, os quais consomem uma considerável parcela de energia. É, por isso, um importante desafio para os Municípios, melhorar as instalações técnicas dos edifícios, bem como o seu desempenho energético, com vista à obtenção de um melhor conforto dos utilizadores e ao correto funcionamento dos sistemas garantindo, deste modo, a redução da emissão de GEE e a diminuição dos consumos de energia e da faturação energética, em conformidade com os compromissos assumidos por Portugal.

1.2 Objetivos

O Edifício da Casa Municipal da Proteção Civil e Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra é um edifício público de serviços cuja manutenção é assumida pelos serviços da Câmara Municipal de Coimbra.

Este edifício foi construído há cerca de 25 anos, previamente à implementação do SCE, pelo que os seus sistemas construtivos e técnicos se encontram desatualizados face às atuais exigências regulamentares, nomeadamente o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação – REH [17] (correspondente ao antigo RCCTE) e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços – RECS [17] (correspondente ao antigo RSECE).

No que diz respeito às instalações de telecomunicações, tratando-se de um edifício com condições de funcionamento singulares, que acolhe os serviços de Bombeiros Sapadores e também serviços de Proteção Civil, ambos com elevada relevância para o Concelho de Coimbra, verifica-se a necessidade da sua reformulação, em conformidade com os pressupostos do Manual ITED 4ª Edição [18].

As restantes instalações técnicas, nomeadamente as instalações relativas à produção de águas quentes sanitárias (AQS), ventilação mecânica e de climatização, encontram-se também desatualizadas e com deficiências associadas ao seu funcionamento.

O presente trabalho, apresenta como principal objetivo a realização de uma auditoria energética ao Edifício da Casa Municipal da Proteção Civil e Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra, no sentido de caracterizar as principais formas de consumos de energia e as instalações técnicas especiais existentes, destacando-se a elaboração de projeto de execução da especialidade de telecomunicações. A identificação de oportunidades de racionalização de consumos, com vista à remodelação e atualização das diferentes instalações, contribuirá para a redução da faturação energética e das emissões de GEE.

1.3 Metodologia

Para realização do presente trabalho, optou-se pela seguinte metodologia:

- Levantamento e reconhecimento “in loco” dos elementos construtivos, das instalações e equipamentos do edifício;
- Identificação dos perfis de utilização do edifício;
- Análise da faturação energética do edifício;
- Análise dos gases de combustão dos equipamentos de queima;
- Monitorização de consumos com recurso a equipamentos de medição instalados em diferentes quadros elétricos;
- Leitura de revisão, análise e familiarização da regulamentação em vigor, nomeadamente:
 - Sistema de Certificação Energética dos Edifícios, Decreto-Lei nº 101-D/2020, de 7 de dezembro [19];
 - Manual Técnico para Avaliação do Desempenho Energético dos Edifícios, despacho nº 6476-H/2021, de 1 de julho [20];
 - Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH), Decreto-Lei nº 118/2013, de 20 de agosto [17];
 - Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS), Decreto-Lei nº 118/2013, de 20 de agosto [17];
 - Manual ITED 4ª Edição, Decreto-Lei nº 123/2009, de 21 de maio [18], [21];
 - Manual de Auditorias Energéticas na Indústria [22];
- Projeto, cálculo e orçamentação de redes ITED/ITUR, redes estruturadas e vídeo porteiro IP/SIP, com recurso ao programa informático “CADited/itur”;
- Projeto e dimensionamento fotovoltaico com recurso ao programa informático PV*SOL.

1.4 Estrutura do Documento

O presente documento encontra-se estruturado e organizado do seguinte modo:

Capítulo 1 – Neste capítulo é apresentado o âmbito do trabalho, bem como os seus principais objetivos, a metodologia utilizada para a sua realização e um resumo de cada um dos capítulos que constituem o documento.

Capítulo 2 – Este capítulo diz respeito à caracterização do edifício quanto à sua localização, arquitetura de espaços, perfis de utilização, características construtivas, instalações e equipamentos.

Capítulo 3 – O terceiro capítulo do presente documento apresenta os resultados obtidos a partir das monitorizações realizadas às diferentes instalações técnicas, os consumos energéticos e os custos de faturação, por fonte de energia e globais.

Capítulo 4 – Neste capítulo é apresentado o projeto de telecomunicações desenvolvido, iniciando-se pelo enquadramento legal, seguindo-se a explicação de todo o projeto de execução, na qual se inclui a caracterização e o dimensionamento das diferentes redes de tubagem e cablagem associadas às três tecnologias (pares de cobre, fibras óticas e cabos coaxiais) e terminando com a apresentação dos cálculos justificativos.

Capítulo 5 – São apresentadas as oportunidades de racionalização de consumos, as possíveis ações de melhoria e de remodelação das instalações, incluindo breve análise económica associada a cada investimento.

Capítulo 6 – São apresentadas as considerações e conclusões finais decorrentes da realização do trabalho.

2 CARATERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO

Previamente à realização de uma auditoria energética, elaboração de projeto de execução e análise das instalações técnicas especiais de um edifício, é essencial que seja realizada uma caracterização global do mesmo, nomeadamente ao nível das envolventes construtivas e das instalações e equipamentos envolvidos.

A partir da análise do presente capítulo, para além da caracterização global do edifício, é ainda possível identificar a sua localização exata, bem como os seus perfis de utilização.

2.1 Enquadramento Histórico

O surgimento dos Bombeiros Sapadores de Coimbra remonta a 6 de novembro de 1795. Segundo os “Anais do Município” existiam, naquela data, indivíduos designados para o serviço de bombas da cidade, cuja principal função era o combate aos incêndios. Ao ouvirem o toque de fogo, estes indivíduos deveriam comparecer de imediato no local das bombas, sob pena de ficarem sujeitos ao pagamento de uma multa.

O dinheiro apurado com as multas era aplicado na reparação das referidas bombas e os indivíduos afetos aos serviços das bombas instalavam-se gratuitamente em habitações cedidas pelas pessoas. Todavia, existe pelo menos um relato da existência de uma bomba na Cidade de Coimbra, não pertencente aos serviços de bombas do Município, propriedade dos Frades Crúzios que se encontravam em clausura no Mosteiro de Santa Cruz.

Em sessão de Câmara de 1845, com vista à melhoria dos serviços de incêndios da Cidade, os quais ainda se encontravam aquém dos serviços existentes noutros países, foi deliberado organizar e completar as Companhias de Bombeiros, nomeadamente através da nomeação do Comandante, figura inexistente até então.

Em 1859, foi aprovado o aumento do quadro ativo do Corpo de Bombeiros, para 60 elementos, passando a ser prática comum nos serviços, a utilização de um boné com as iniciais B.C. (Bombeiros de Coimbra) [23].

Neste mesmo ano, a Câmara de Coimbra ordenou a compra de 300 baldes que viriam a ser distribuídos às mulheres da cidade, ficando estas com o encargo de os guardar para acudir aos incêndios. Eram também utilizados utensílios ainda hoje usados ao serviço, tais como machados, croques, cordas e mangas de salvação, bem como forquilhas, cestos de salvação, potes e archotes.

Para controlo dos recursos humanos existentes, à semelhança do que é feito na atualidade, era realizado um registo com o nome dos empregados, data de entrada, promoções na carreira, respetivo cargo na Corporação, profissão anterior e residência.

Em 5 de Dezembro de 1889, por motivos de falta de comparência no exercício mensal, foi votada em Assembleia a dissolução completa da Corporação de Bombeiros Municipais. No seguimento do exposto, através dos registos dos “Anais do Município de Coimbra”, conclui-se que os bombeiros que compunham o quadro da Corporação foram mesmo demitidos, verificando-se novas nomeações de bombeiros municipais já no início de 1890.

A década de 1890 a 1900 fica marcada pela alteração do nome dos serviços de incêndio, passando a denominar-se Corpo de Salvação Pública, mas também pela publicação, por parte da Câmara Municipal, em 6 de julho de 1898, de um regulamento para o serviço do Corpo de Salvação Pública, com três secções e um efetivo de um sargento, um segundo-sargento, dois cabos e trinta e seis soldados, todos eles pertencentes ao Corpo da Guarda Fiscal. Estas alterações surgem para dar resposta ao crescimento da cidade e na sequência de alguns grandes incêndios, graves danos patrimoniais e perdas de muitas vidas [23].

Existem registos de que durante as primeiras décadas do século XX a corporação passou por nova reorganização, havendo lugar a nova vaga de despedimentos, mas verificando-se também readmissões de bombeiros que haviam sido expulsos anteriormente.

Em 1924, a Corporação estaria equipada com uma escada “Magirus”, dois carros com seis lanços de escada cada, algumas bombas e carretas de mangueiras, sendo composta por quarenta bombeiros, conforme é possível apurar através da análise dos registos de encomenda de quarenta uniformes para os B.M.

Uma das Estações Centrais da Corporação funcionou na Avenida Sá da Bandeira, no local onde se encontra hoje a escola EB1 de Santa Cruz, acabando por ser demolida, por deliberação da Câmara.

Existem registos de outras Estações, nomeadamente na Alta da Cidade, mais precisamente na rua das Colchas (mais tarde designada por Guilherme Gomes Fernandes); no lado Norte do edifício da Câmara Municipal, onde posteriormente esteve instalada a Biblioteca Municipal e é hoje espaço para exposições; na rua do Cego; em Montes Claros e também em Santa Clara, junto ao quartel militar que é hoje o Batalhão do Serviço de Saúde.

A construção da Casa Escola e restantes edifícios teve início em 1922 e a inauguração terá ocorrido por volta de 1930. A partir deste momento, a Câmara encerrou as restantes Estações e os serviços de incêndios ficaram centralizados nestas instalações.

Embora se continuasse a verificar uma notória escassez de pessoal e meios que limitavam o combate a incêndios dentro e fora do Concelho, a 31 de dezembro de 1925, o Serviço de Incêndios Municipal recebe o primeiro carro automóvel que substituiria o carro de tração animal (mulas).

É já em 1941, que mediante aprovação do Regulamento Geral do Corpo de Bombeiros Municipais, é reforçado o contingente dos Bombeiros Municipais,

seguindo-se a aprovação, com caráter provisório, do Regulamento de Cursos e Graus de Habilitações e preparação do Corpo de Bombeiros Municipal de Coimbra.

A Corporação começou por ser designada por Companhia das Bombas, passou a Serviço de Incêndios, seguindo-se o nome Corpo de Salvação Pública e Inspeção de Serviço de Incêndios até 1940, ano em que passou a designar-se por Corpo de Bombeiros Municipais [23].

A 3 de abril de 1981 a Assembleia Municipal deliberou passar o Corpo de Bombeiros Municipais a Companhia de Bombeiros Sapadores, tendo esta situação ficado legalizada apenas em 1987.

De entre os diversos registos de atos de valentia e atuações rápidas e eficazes no combate a grandes incêndios, a Companhia de Bombeiros Sapadores destaca-se por ter extinguido os incêndios da Rua das Azeiteiras, dos Correios, da Fábrica de Cerâmica Lusitânia, da Fábrica de Papel da Lousã, entre outros.

Atualmente, a Companhia de Bombeiros Sapadores de Coimbra possui um quadro orgânico aprovado com mais de uma centena de bombeiros, os quais, na sua generalidade, para além da atividade que desenvolvem enquanto bombeiros, praticam ainda várias modalidades desportivas, possuindo inclusivamente diversos troféus, como é o caso do voleibol, do futebol, do atletismo e das manobras de bombeiros.

A construção das atuais instalações (Figura 2.1) dos Bombeiros Sapadores de Coimbra foi iniciada em 4 de julho de 1997 durante o mandato do Presidente da Câmara Municipal, Dr. Manuel Machado, com inauguração em 13 de março de 1999, na presença do então Ministro do Equipamento, do Planeamento e Administração do Território, Engenheiro João Cravinho. Nas Figuras 2.2 e 2.3 apresentam-se uma bomba manual do ano de 1890 e uma antiga bandeira da corporação, respetivamente [23].



Figura 2.1 - Fachada principal do edifício atualmente designado por Casa Municipal da Protecção Civil e Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra



Figura 2.2 - Bomba manual no ano de 1890 [23]



Figura 2.3 - Antiga bandeira da corporação inaugurada em 16 de outubro de 1927 [23]

2.2 Localização

A Casa Municipal da Proteção Civil e Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra localiza-se no interior da zona urbana de Coimbra, a uma altitude de 33 m, mais precisamente na Avenida Dr. Mendes Silva, em Coimbra, na Freguesia de Santo António dos Olivais, nas coordenadas geográficas 40° 11' 38.3" N, 8° 24' 47.8" W.

Conforme se pode observar na Figura 2.4, o edifício confronta a Norte com a Avenida supramencionada, a Sul com a Rua Pedro Nunes, a Nascente com a oficina municipal de teatro, “O Teatrão”, e respetivo estacionamento público e, a Poente, com o novo Complexo Desportivo e Centro Olímpico de Ginástica.



Figura 2.4 - Imagem aérea (Google Earth) da Casa Municipal da Proteção Civil e Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra

2.3 Arquitetura dos Espaços

O edifício da Casa Municipal da Proteção Civil e Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra é constituído por cinco corpos principais, com coberturas planas, uma torre em betão, designada por “casa escola”, três blocos de apoio adjacentes e um tanque de mergulho. Estes blocos encontram-se identificados no Apêndice A.

A área total do edifício é de 4 515,63 m², com um pé direito médio de 3,24 m, sendo este constituído, ao nível dos corpos principais, por dois pisos. Piso térreo e primeiro andar.

A organização interna dos espaços nos blocos principais é a apresentada no Apêndice A e distribui-se da seguinte forma:

Piso Térreo – Constituído por armazém, gabinetes de chefia, instalações sanitárias, sala de reuniões, secretaria, gabinete de comando, salas de operações e de prevenção, zona de acesso de viaturas, posto de transformação, posto de seccionamento, sala de grupo de emergência, sala técnica, garagens, balneário, lavandaria e arrecadações.

1º Piso – Constituído por arrecadações, sala polivalente, instalações sanitárias, sala de desenho, varanda, sala de atendimento, hall de acolhimento, sala técnica, sala de reuniões, gabinetes de proteção civil, suite do comandante, suite de chefes, quartos de alerta, quartos, suites, galerias, balneários, sala de estar, sala de refeições e cozinha.

Os corpos principais supracitados, englobam a zona de pátio de serviço interior, utilizada para estacionamento, manobras de viaturas de emergência e cerimónias.

No que diz respeito aos três blocos adjacentes, encontram-se ali instaladas instalações sanitárias, balneários, zonas de estacionamento, zonas de descontaminação e de lavagem e salas de apoio técnico. Apenas um destes blocos apresenta distribuição ao nível do primeiro andar, conforme é possível visualizar nas plantas de arquitetura apresentadas no Apêndice A. A torre “casa escola” é utilizada para treinos específicos dos operacionais dos Bombeiros Sapadores.

2.4 Perfis de Utilização

De acordo com o Decreto-Lei nº 101-D/2020 [19], o edifício em estudo é classificado como um Grande Edifício de Serviços (GES), onde funcionam, atualmente, serviços da Companhia de Bombeiros Sapadores de Coimbra, Serviços Municipais da Proteção Civil e ainda Serviços de Sapadores Florestais. Tratando-se de um edifício que acolhe serviços de emergência e de resposta a catástrofes com enorme relevância para o Concelho de Coimbra, este encontra-se, inevitavelmente, em funcionamento 24 h por dia, durante todos os dias do ano, sem interrupções, estimando-se uma ocupação diária de 76 funcionários.

A manutenção do edifício e a gestão dos consumos de gás natural, energia elétrica e água, são assumidos pela Câmara Municipal de Coimbra.

2.5 Características Construtivas da Envolvente

Não existindo disponíveis os projetos de especialidade de Arquitetura e Betão, as características construtivas do edifício, nomeadamente, as envolventes opacas, foram caracterizadas conforme levantamento realizado “in loco”. Todas as características são apresentadas nas Tabelas 2.1, 2.2 e 2.3. Considere-se o seguinte significado das abreviaturas existentes nas tabelas supracitadas:

- PE - Parede exterior;
- PI - Parede interior;
- CobE - Cobertura exterior;
- CobI - Cobertura interior;
- PavE - Pavimento exterior;
- PavI - Pavimento interior;
- PavS - Pavimento em contacto com o solo;
- VE - Vão Envidraçado.

2.5.1 Envolvente Opaca Vertical

Na Tabela 2.1 são apresentadas as características da envolvente opaca vertical do edifício em estudo. Na Figura 2.5, apresentam-se exemplos da envolvente em análise na presente secção.

Tabela 2.1 - Características da envolvente opaca vertical do edifício

ID	Área [m ²]	Descrição
PE01	13,1	Parede exterior existente, com espessura inferior a 0,18 m, de cor clara (posterior a 1960).
PE02	170,8	Parede exterior existente, de cor clara. A parede é constituída, do exterior para o interior, por: revestimento para soluções de sistemas ETICs com 0,005 m de espessura, isolamento em poliestireno expandido moldado – EPS (12-20 kg/m ³) com 0,06 m de espessura e parede existente, posterior a 1960, com espessura de 0,39 m. A espessura total da parede é de 0,455 m.
PE03	1 333,4	Parede exterior existente, com espessura superior a 0,35 m, de cor clara (posterior a 1960).
PE04	90,3	Parede exterior existente, com espessura de 0,34 m, de cor clara (posterior a 1960).
PI01	68,0	Parede interior existente, que separa a zona aquecida de locais não aquecidos, com espessura de 0,42 m (posterior a 1960).

ID	Área [m ²]	Descrição
PI02	208,4	Parede interior existente, que separa a zona aquecida de locais não aquecidos, com espessura compreendida entre 0,18 m e 0,22 m (posterior a 1960).
PI03	25,8	Parede interior existente, que separa a zona aquecida de locais não aquecidos, com espessura de 0,3 m (posterior a 1960).
PI04	41,9	Parede interior existente, que separa a zona aquecida de locais não aquecidos, com espessura de 0,34 m (posterior a 1960).

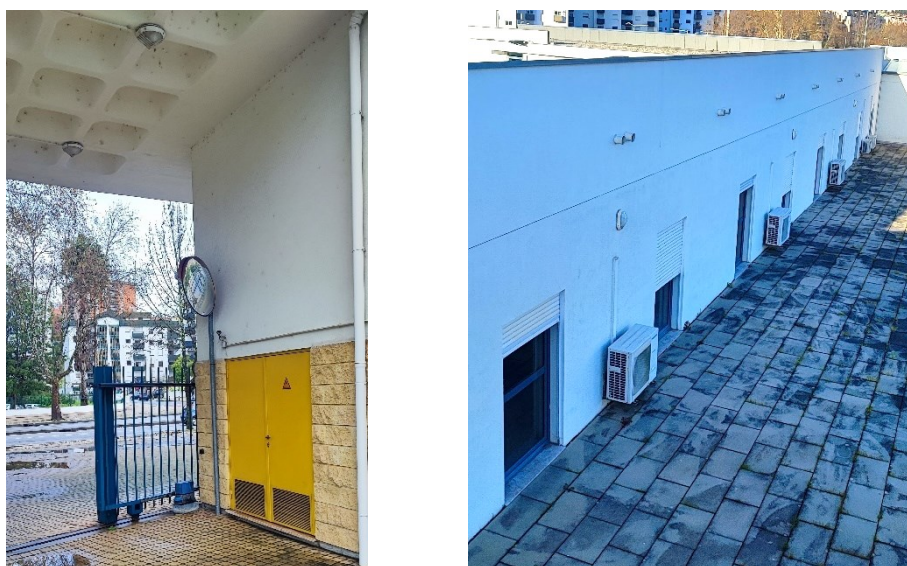


Figura 2.5 - Envoltente opaca vertical do edifício

2.5.2 Envoltente Opaca Horizontal

Na Tabela 2.2 são apresentadas as características da envoltente opaca horizontal do edifício em estudo. Na Figura 2.6, apresentam-se exemplos da envoltente em análise na presente secção.

Tabela 2.2 - Características da envoltente opaca horizontal do edifício

ID	Área [m ²]	Descrição
CobE01	1 740,0	Cobertura exterior horizontal existente, constituída do interior para o exterior por cobertura pesada horizontal existente com 0,25 m de espessura e isolamento em poliestireno expandido extrudido – XPS, com 0,05 m de espessura.
CobE02	178,2	Cobertura exterior horizontal existente, em cor média, de composição desconhecida.

ID	Área [m ²]	Descrição
CobI01	70,2	Cobertura interior leve horizontal, de composição desconhecida.
CobI02	35,0	Cobertura interior pesada horizontal existente, em cor clara, de composição desconhecida.
PavE01	529,1	Pavimento exterior pesado existente, de composição desconhecida
PavI01	884,4	Pavimento interior pesado existente, de composição desconhecida.
PavS01	537,6	Pavimento em contacto com o solo, de composição desconhecida.



Figura 2.6 - Envolvente opaca horizontal do edifício

2.5.3 Envolvente Transparente

Na Tabela 2.3 são apresentadas as características da envolvente transparente do edifício em estudo. Na Figura 2.7, apresentam-se exemplos da envolvente em análise na presente secção.

Em anexo ao presente documento é apresentada a lista de vãos exteriores com indicação das respetivas dimensões, orientação, local de instalação e tipo de mecanismo (Apêndice B).

Tabela 2.3 - Características da envolvente transparente do edifício

ID	Área [m ²]	Descrição
VE01	183,9	Vão simples exterior. Caixilharia metálica sem corte térmico, com vidro simples, incolor, fixa. O vão envidraçado não dispõe de dispositivos de proteção solar.
VE02	46,6	Vão simples exterior. Caixilharia metálica sem corte térmico, com vidro simples, incolor, fixa. O vão envidraçado não dispõe de dispositivos de proteção exterior e dispõe de estores de lâminas, de cor clara, pelo interior.
VE03	5,5	Vão simples exterior. Caixilharia metálica sem corte térmico, com vidro simples, incolor, fixa. O vão envidraçado não dispõe de dispositivos de proteção exterior e dispõe de cortinas ligeiramente transparentes, de cor escura, pelo interior.
VE04	30,4	Vão simples exterior. Caixilharia metálica sem corte térmico, com vidro simples, incolor, giratória. O vão envidraçado não dispõe de dispositivos de proteção solar.
VE05	2,4	Vão simples exterior. Caixilharia metálica sem corte térmico, com vidro simples, incolor, giratória. O vão envidraçado não dispõe de dispositivos de proteção solar.
VE06	39,7	Vão simples exterior. Caixilharia metálica sem corte térmico, com vidro simples, incolor, giratória. O vão envidraçado não dispõe de dispositivos de proteção exterior e dispõe de estores de lâminas, de cor clara, pelo interior.
VE07	5,5	Vão simples exterior. Caixilharia metálica sem corte térmico, com vidro simples, incolor, giratória. O vão envidraçado não dispõe de dispositivos de proteção exterior e dispõe de cortinas ligeiramente transparentes, de cor escura, pelo interior.
VE08	34,6	Vão simples exterior. Caixilharia metálica sem corte térmico, com vidro simples, incolor, de correr. O vão envidraçado não dispõe de dispositivos de proteção solar.
VE09	31,4	Vão simples exterior. Caixilharia metálica sem corte térmico, com vidro simples, incolor, de correr. O vão envidraçado dispõe de persiana de réguas metálicas, de cor clara, pelo exterior, e não dispõe de dispositivos de proteção pelo interior.
VE10	45,2	Vão simples exterior. Caixilharia metálica sem corte térmico, com vidro simples, incolor, de correr. O vão envidraçado não dispõe de dispositivos de proteção exterior e dispõe de estores de lâminas, de cor clara, pelo interior.
VE11	38,8	Vão simples exterior em espaços com ocupação dia-noite. Caixilharia metálica sem corte térmico, com vidro simples, incolor, giratória. O vão envidraçado dispõe de persiana de réguas metálicas, de cor clara, pelo exterior, e não dispõe de dispositivos de proteção pelo interior.
VE12	12,1	Vão simples exterior. Caixilharia metálica sem corte térmico, com vidro simples, incolor, fixa. O vão envidraçado não dispõe de dispositivos de proteção solar.
VE13	0,8	Vão simples exterior em espaços com ocupação dia-noite. Caixilharia metálica sem corte térmico, com vidro simples, incolor, fixa. O vão envidraçado não dispõe de dispositivos de proteção solar.



Figura 2.7 - Envolvente transparente do edifício

2.5.4 Portas

As portas existentes no edifício são de madeira e metálicas, conforme exemplos apresentados na Figura 2.8.



Figura 2.8 - Exemplos de portas instaladas no edifício

2.6 Instalações e Equipamentos

2.6.1 Aquecimento

O aquecimento do edifício, do tipo água/ar, é constituído por unidades produtoras de água quente, unidades terminais de termoventilação e unidades terminais de convecção natural (radiadores). Na cobertura do edifício, sobre a zona da copa e refeitório, encontram-se instaladas três Unidades de Tratamento de Ar (UTA) que proporcionam a recirculação do ar e o aquecimento daqueles espaços.

Os locais abrangidos por este sistema incluem os diversos gabinetes de trabalho e salas ao nível do Piso 0 (radiadores), os diversos balneários nos Pisos 0 e 1 (ventiloconvetores), a sala polivalente, a sala de estar, a zona de refeitório e a sala de formação (UTA).

A central térmica, localizada no piso 0, alberga as caldeiras de aquecimento, a gás natural, o depósito de águas quentes sanitárias, os grupos eletrobomba, a rede hidráulica e as instalações elétricas associadas.

A água quente produzida pelas caldeiras é distribuída pelos circuitos hidráulicos dos pisos 0 e 1 e utilizada para aquecimento de diversos espaços, sendo também utilizada para outros fins, nomeadamente para águas quentes sanitárias, a utilizar nas zonas do refeitório, instalações sanitárias e balneários.

As duas caldeiras instaladas são as apresentadas na Figura 2.9, da marca ROCA, modelo G 100/110IE (gás natural), com as características apresentadas na Tabela 2.4:

Tabela 2.4 - Características das caldeiras a gás natural instaladas no edifício

Fabricante	Modelo	Potência Térmica [kW]	Rendimento Útil [%]	Consumo Gás Natural (G20/G25) [m ³ (st)/h]
ROCA	G 100/110IE	126	91,6	14,56/16,92



Figura 2.9 - Caldeiras de aquecimento a gás natural instaladas no edifício

Os circuitos hidráulicos existentes, são equipados com os seguintes Grupos Eletrobomba apresentados na Tabela 2.5:

Tabela 2.5 - Grupos eletrobomba instalados no edifício

Eletrobombas	Fabricante	Modelo	Circuito	Caudal Máximo [m ³ /h]	Potência Estipulada [kW]
BC1	Wilo	TOP-S 40/10	UTAs	21	0,59
BC2	Wilo	TOP-S 40/10	Depósito AQS	21	0,59
BC3	DAB	EVOPLUS 80/180 M	Aquecimento	7,92	0,13
BC4	DAB	EVOPLUS 80/180 M	Termoventiladores	7,92	0,13
BC5	Grundfos	UPS 32- 120/F	Caldeira 1	7,27	0,40
BC6	Grundfos	UPS 32- 120/F	Caldeira 2	7,27	0,40

As unidades de tratamento de ar existentes, supramencionadas, são do fabricante CIAT, com as características apresentadas na Tabela 2.6.

Tabela 2.6 - Características das unidades de tratamento de ar instaladas no edifício

UTA	Fabricante	Modelo	Potência Estipulada [kW]
UTA 1	CIAT	Clima 25 (4P)	0,4
UTA 2	CIAT	Clima 50 (4P)	0,6
UTA 3	CIAT	Clima 100 (4P)	2,5

As unidades de termoventilação encontram-se instaladas nos balneários dos Pisos 0 e 1. Os modelos instalados são da marca Carrier, com as seguintes características (Tabela 2.7):

Tabela 2.7 - Características dos termoventiladores instalados no edifício

Termoventilador	Fabricante	Modelo	Potência Arrefecimento [kW]	Potência Aquecimento [kW]	Potência Estipulada [kW]
Termoventilador 1	Carrier	42EM7SF	5,19	7,20	0,073
Termoventilador 2	Carrier	42EM7SF	5,19	7,20	0,073
Termoventilador 3	Carrier	42EM7SF	5,19	7,20	0,073

Nas Figuras 2.10 e 2.11 apresentam-se algumas fotografias dos sistemas e equipamentos referidos na presente secção.



Figura 2.10 - Exemplo de eletrobombas e radiadores instalados no edifício



Figura 2.11 - Da esquerda para a direita: unidade de tratamento de ar e termoventilador instalado no edifício

2.6.2 Ventilação Mecânica

As instalações sanitárias, os balneários, a zona do refeitório e bar, a sala polivalente e o atual armazém de géneros são equipados com unidades de ventilação e respetivas condutas, com as seguintes características (Tabela 2.8):

Tabela 2.8 - Características das unidades de ventilação instaladas no edifício

Unidade de Ventilação	Tipo	Fabricante	Modelo	Potência Estipulada [kW]
VE01	Caixa de Ventilação	E.L.D.	171 CA	0,3
VE02	Caixa de Ventilação	E.L.D.	171 CA	0,3
VE03	Caixa de Ventilação	E.L.D.	171 CA	0,3
VE04	Caixa de Ventilação	E.L.D.	171 CA	0,3

Na Figura 2.12 é apresentado um exemplo de um ventilador de extração instalado no edifício.



Figura 2.12 - Ventilador de extração instalado no edifício

2.6.3 Ar Condicionado

Ao nível do Piso 1 do edifício principal, nomeadamente em zonas de quartos, suites, camaratas e gabinetes, existem instaladas unidades de expansão direta do tipo mono-split, compostas por uma unidade exterior e uma unidade interior.

No gabinete do técnico florestal, também no Piso 1 do edifício principal, encontra-se instalada uma unidade de expansão direta do tipo multi-split, composta por uma unidade exterior e duas unidades interiores.

Todas as unidades exteriores encontram-se instaladas em zona de cobertura e interligadas a unidades interiores do tipo mural.

As características indicadas nas chapas de características dos equipamentos instalados são as apresentadas na Tabela 2.9.

Tabela 2.9 - Características das unidades de ar condicionado instaladas no edifício

Unidade de Ar Condicionado	Fabricante	Modelo	P. Aquec. [kW]	P. Arref. [kW]	Gás Refrigerante	Potência Estipulada [kW]
UI1/UE1	Panasonic	CS-PW12GKE/CU-PW12GKE	3,80	3,40	R410A	1,1
UI2/UE2	Midea	AG2Lite -09NXD0-I/AG2Lite-09N8D0-O	3,81	3,50	R32	1,1
UI3/UE3	Midea	AG2Lite -18NXD0-I/AG2Lite-18N8D0-O	5,57	5,27	R32	1,75
UI4/UE4	Midea	AG2Lite -18NXD0-I/AG2Lite-18N8D0-O	5,57	5,27	R32	1,75
UI5/UE5	Midea	AG2Lite -18NXD0-I/AG2Lite-18N8D0-O	5,57	5,27	R32	1,75
UI6 e UI7/UE6 (MULTISPLIT)	Panasonic	CS-ME18CKPG/CU-2E18CBPG	5,60	5,2	R410A	3,20
UI8/UE7	Midea	AG2Lite -12NXD0-I/AG2Lite-12N8D0-O	2,90	2,63	R32	0,77
UI9/UE8	Panasonic	CS-PW12GKE/CU-PW12GKE	3,80	3,40	R410A	1,1
UI10/UE9	Panasonic	CS-PW12GKE/CU-PW12GKE	3,80	3,40	R410A	1,1
UI11/UE10	Panasonic	CS-PW24JKE/CU-PW24JKE	7,40	7,03	R410A	3,38
UI12/UE11	Panasonic	CS-PW24JKE/CU-PW24JKE	7,40	7,03	R410A	3,38
UI13/UE12	Panasonic	CS-PW24JKE/CU-PW24JKE	7,40	7,03	R410A	3,38
UI14/UE13	Panasonic	CS-PW12GKE/CU-PW12GKE	3,80	3,40	R410A	1,1

Unidade de Ar Condicionado	Fabricante	Modelo	P. Aquec. [kW]	P. Arref. [kW]	Gás Refrigerante	Potência Estipulada [kW]
UI15/UE14	Panasonic	CS-PW12GKE/CU-PW12GKE	3,80	3,40	R410A	1,1
UI16/UE15	Panasonic	CS-PW12GKE/CU-PW12GKE	3,80	3,40	R410A	1,1
UI17/UE16	Panasonic	CS-PW12GKE/CU-PW12GKE	3,80	3,40	R410A	1,1

Na Figura 2.13 são apresentadas imagens de alguns dos tipos de unidades de expansão direta instalados no edifício.



Figura 2.13 - Unidades de ar condicionado instaladas no edifício

2.6.4 Equipamentos de Lavandaria

Na zona da lavandaria, no Piso 0 do edifício principal, encontram-se instaladas quatro máquinas de lavar roupa e uma máquina de secar roupa com as características constantes da Tabela 2.10. Na Figura 2.14 são apresentadas imagens de algumas das máquinas de lavar roupa e da máquina de secar roupa instaladas na zona de lavandaria do edifício.

Tabela 2.10 - Características das máquinas de lavar e de secar roupa instaladas no edifício

Fabricante	Modelo	Quantidade	Tipo	Potência Estipulada Total [kW]
LG	F1P1CY2W	1	Máquina de Lavar Roupa	2,4
Girbau	HS-3012 SM-E	1	Máquina de Lavar Roupa	11,4

Fabricante	Modelo	Quantidade	Tipo	Potência Estipulada Total [kW]
Girbau	HS-6017 LC-E	1	Máquina de Lavar Roupa	15,7
Zanussi	ZWF71240W Lindo 100	1	Máquina de Lavar Roupa	1,3
Eletrolux	WT34	2	Máquina de Lavar Roupa	13,7
Podab	FC 14	1	Máquina de Secar Roupa	12



Figura 2.14 - Máquinas de lavar e de secar roupa instaladas no edifício

2.6.5 Instalações de Transporte Vertical

O edifício da Casa Municipal da Proteção Civil e Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra é dotado de um elevador que para além de garantir a acessibilidade entre o piso 0 e o piso 1 a pessoas com mobilidade condicionada, permite o transporte de pequenas mercadorias desde o piso 0 até à zona da cozinha. Estima-se que este elevador tenha um tempo médio de inatividade diária de 23,8 h.

Este equipamento apresenta as seguintes características (Tabela 2.11):

Tabela 2.11 - Características do elevador instalado no edifício

Descrição	Fabricante	Modelo	Capacidade	Percurso Acessível
Elevador	Otis	NKA 265	1 250 kg	1 Piso (3 m)

Ao nível do acesso à cobertura do edifício, encontra-se instalada a “Casa das Máquinas” que acomoda o motor elétrico do elevador, o quadro de alimentação e o quadro de comando.

O motor elétrico instalado tem as características apresentadas na Tabela 2.12:

Tabela 2.12 - Características do motor elétrico de elevador instalado no edifício

Motor Elétrico de Elevador - Lancor	
Tipo	TAA20000B51
Tensão de Funcionamento	220 V (Triângulo) / 380 V (Estrela)
Corrente Nominal	26 A/15 A
Corrente de Arranque	43,3 A / 25 A
Potência Nominal	11 kW / 2,75 kW
Frequência	50 Hz
Fator de Potência	0,76

O elevador encontra-se disponível para funcionamento, todos os dias do ano, 24 horas por dia. Na Figura 2.15 é possível visualizar em maior detalhe a cabine de elevador e o respetivo motor elétrico, instalados no edifício. Na Figura 2.16 são apresentados os quadros de proteção e de comando, do elevador, instalados na “Casa das Máquinas”.



Figura 2.15 - Cabine de elevador e motor elétrico instalados no edifício



Figura 2.16 - Da esquerda para a direita: quadro de proteção e de comando instalados na “casa das máquinas” do edifício

2.6.6 Instalações Elétricas

O edifício em estudo é alimentado em média tensão, sendo dotado de posto de transformação, seccionamento e grupo de emergência, de serviço particular, instalados em sala construída para o efeito, junto à entrada principal do átrio exterior, no Piso 0 do edifício. Na Figura 2.17 apresenta-se um excerto da planta do posto de transformação, seccionamento e grupo de emergência obtido a partir do projeto elétrico de execução do edifício.

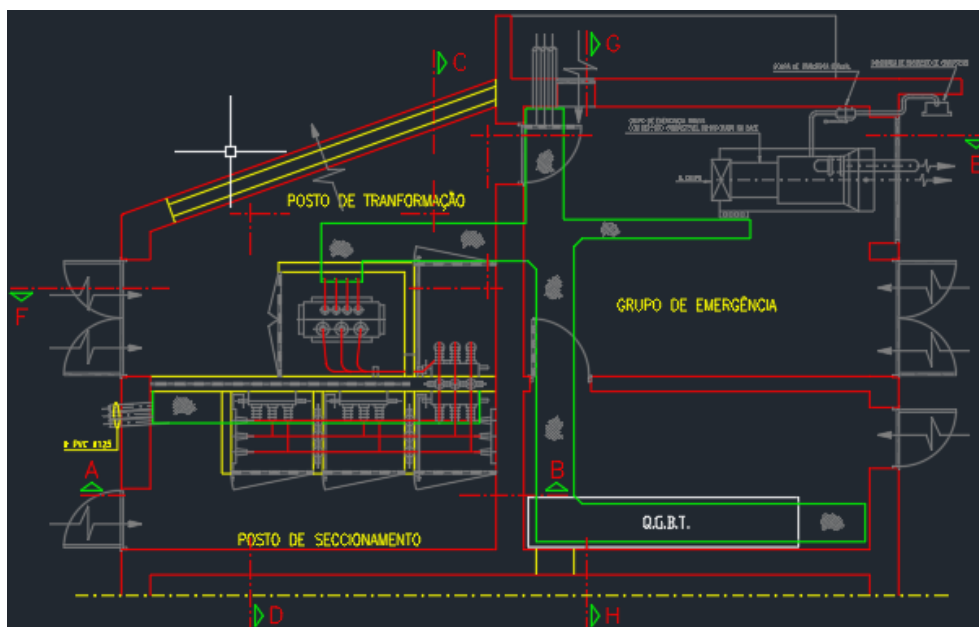


Figura 2.17 - Excerto de planta do posto de transformação, seccionamento e grupo de emergência instalados no edifício

Na Tabela 2.13, apresentam-se as características do transformador instalado no edifício (Figura 2.18).

Tabela 2.13 - Características do transformador instalado no edifício

Transformador de Distribuição - Efacec			
Tipo	T84.420		
Ano	1995		
Normas	C.E.I. 75		
Montagem	Exterior		
Potência Nominal	250 kVA		
Frequência	50 Hz		
Número de Fases	3		
Tipo de Arrefecimento	Óleo Natural, Ar Natural (ONAN)		
Tensão de Curto Circuito	4%		
	Comutador	Primário (AT)	Secundário (BT)
Tensões Nominais	1	15 750 V	400 V
	2	15 000 V	400 V
	3	14 250 V	400 V
Correntes Nominais	-	9,623 A	360,80 A



Figura 2.18 - Transformador de distribuição instalado no edifício

Em sala contígua à sala do posto de transformação encontra-se instalado o grupo gerador (Figura 2.19), o qual garante o fornecimento de energia a instalações e equipamentos essenciais em caso de falha de energia elétrica da rede. As características do grupo gerador são as apresentadas na Tabela 2.14.



Figura 2.19 - Grupo gerador instalado no edifício

Tabela 2.14 - Características do grupo gerador instalado no edifício

Grupo Gerador – Leroy Somer	
Tipo	LSA 44.1 L6 C6/4
Ano	02/98
Fator de Potência	0,8
Potência Nominal	100 kVA
Corrente Nominal	144 A
Frequência	50 Hz
Número de Fases	3
R.P.M.	1600

A partir do posto de transformação encontra-se estabelecida uma rede de tubagem subterrânea com caixas de visita metálicas para passagem dos cabos, desde o secundário do transformador de distribuição até à sala onde se encontra instalado o Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT), a bateria de condensadores e o automatismo (inversor de rede) para comutação automática entre a rede de energia elétrica e o grupo gerador (e vice-versa) (Figura 2.20). Uma vez que a partir do QGBT são estabelecidos circuitos de alimentação “Normal” (alimentação proveniente da rede de energia elétrica) e circuitos de alimentação de “Emergência”

(alimentação proveniente do grupo gerador), foi também criada uma rede de tubagem subterrânea para a passagem dos cabos desde o grupo gerador até à mesma sala.

A interligação entre o secundário do transformador de distribuição e o QGBT encontra-se estabelecida com recurso a cabo 7x(H1VV-R1x120). Na entrada do QGBT (“Normal”), encontra-se instalado um interruptor de corte tetrapolar de 400 A. Por sua vez, a interligação entre o grupo gerador e o QGBT encontra-se estabelecida com recurso a cabo H1VV-R3x70+2G35. Na entrada do QGBT (“Emergência”), encontra-se instalado um interruptor de corte tetrapolar de 250 A.

O referido automatismo (inversor de rede) tetrapolar, apresenta calibre de 250 A e será responsável pela gestão da alimentação a circuitos críticos, isto é, em caso de falha de energia da rede, este automatismo garantirá que a alimentação elétrica a estes circuitos passe a ser realizada com recurso ao grupo gerador.



Figura 2.20 - Da esquerda para a direita: bateria de condensadores, QGBT (“emergência”), QGBT (“normal”) e automatismo de comutação automática instalados no edifício

A bateria de condensadores instalada junto ao QGBT (Figura 2.21) permite que a energia reativa necessária para as cargas seja produzida junto das mesmas, evitando-se assim a sua circulação nas redes a montante.

Esta bateria é constituída por um grupo de condensadores, que fornecem a energia reativa, e por um relé varimétrico, que através da leitura da tensão e da corrente elétrica, ajusta a atuação do grupo de condensadores. A existência de bateria de condensadores permite assim melhorar o fator de potência, bem como a eficiência energética da instalação elétrica. Além disso, a bateria de condensadores proporciona uma poupança significativa com a faturação de energia reativa, estabiliza a tensão da rede e, de certa forma, pode mesmo incrementar a vida útil dos equipamentos existentes [24].



Figura 2.21 - Bateria de condensadores instalada no edifício

No QGBT, encontram-se instalados os equipamentos de corte e proteção aos seguintes quadros elétricos instalados no edifício:

- Q.R.N./Q.R.E. – Quadro da Receção Normal/ Quadro da Receção Emergência;
- Q.G.1 (Normal/Emergência) – Quadro de Garagens 1 (Normal/Emergência);
- Q.G.2 (Normal/Emergência) – Quadro de Garagens 2 (Normal/Emergência);
- Q.G.G. – Quadro do Grupo Gerador;
- Q.E. CASA ESCOLA – Quadro da Torre “Casa Escola”.

Ainda no QGBT, encontram-se previstas reservas equipadas e os equipamentos de corte e proteção à bateria de condensadores.

Com origem nos quadros elétricos identificados, são estabelecidas as alimentações a outros quadros parciais e aos circuitos de iluminação, tomadas, elevador, ventiladores, UTAs, equipamentos de ar condicionado, aquecimento e restantes equipamentos instalados no edifício.

Todos os quadros parciais encontram-se equipados com interruptores diferenciais de média e alta sensibilidade. Em todos os quadros, as saídas são protegidas por disjuntores magnetotérmicos que se destinam a proteger os circuitos contra sobrecargas e curto-circuitos.

Semanalmente, são realizados ensaios ao grupo gerador, onde é incluída a verificação dos níveis de óleo e combustível, com vista ao seu correto funcionamento e conservação.

Os diversos quadros elétricos instalados no edifício e as principais instalações que alimentam, são apresentados na Tabela 2.15. Na Figura 2.22 é apresentado um diagrama representativo dos diferentes quadros existentes e da sua interligação.

Tabela 2.15 - Listagem de quadros elétricos instalados no edifício

Designação	Piso	Instalações a Alimentar
Q.E.C.T – Quadro Elétrico da Central Térmica	0	Aquecimento; Tratamento de Ar; Circulação de Água
Q.G.G. – Quadro do Grupo Gerador	0	Comando Grupo Gerador
Q.E. AVAC – Quadro Elétrico de AVAC	1	Ventilação; Tratamento de AR
Q.R.N./Q.R.E. – Quadro da Receção Normal/ Quadro da Receção Emergência	0	Iluminação; Tomadas de Usos Gerais; Ar Condicionado; Q.S.A.0; Q.S.A.1
Q.UPS – Quadro da UPS	0	Iluminação; Tomadas de Usos Gerais; Equipamentos de Comunicação
Q.S.A.0 (Normal/Emergência) – Quadro de Serviços Administrativos do Piso 0 (Normal/Emergência)	0	Iluminação; Tomadas de Usos Gerais; Q.UPS
Q.Sala Polivalente – Quadro da Sala Polivalente	1	Iluminação; Tomadas de Usos Gerais; SECI-1; Q.E. Bastidor
SECI-1 – Quadro de Comando de Iluminação da Sala Polivalente	1	Iluminação
Q.E. Bastidor – Quadro de Alimentação ao Bastidor de Telecomunicações	1	Iluminação; Telecomunicações
Q. Cozinha – Quadro da Cozinha	1	Tomadas de Usos Gerais; Produção de Frio; Equipamentos de Cozinha
Q.Z.R (Normal/Emergência) – Quadro Zona Refeitório (Normal/Emergência)	1	Iluminação; Tomadas de Usos Gerais; Q.Cozinha; Q.E.AVAC
Q.BAR – Quadro do Bar	1	Iluminação; Tomadas de Usos Gerais; Equipamentos do Bar
Q.S.E. (Normal/Emergência) – Quadro da Sala de Estar (Normal/Emergência)	1	Iluminação; Tomadas de Usos Gerais; Ventilação; Q. BAR (N)
Q.Z.Q. (Normal/Emergência) – Quadro Zona de Quartos (Normal/Emergência)	1	Iluminação; Tomadas de Usos Gerais; Ventilação
Q.S.A.1(Normal/Emergência) – Quadro de Serviços Administrativos do Piso 1 (Normal/Emergência)	1	Iluminação; Tomadas de Usos Gerais; Q.Sala Polivalente
Q.G.1 (Normal/Emergência) – Quadro de Garagens 1 (Normal/Emergência)	0	Iluminação; Tomadas de Usos Gerais; Ventilação; Q.Z.Q

Designação	Piso	Instalações a Alimentar
Q. L. – Quadro de Lavandaria	0	Tomadas de Usos Gerais; Equipamentos de Lavandaria
Q.G.2 (Normal/Emergência) – Quadro de Garagens 2 (Normal/Emergência)	0	Iluminação; Tomadas de Usos Gerais; Ventilação; Q.E.C.T.; Q.S.E.; Q.L.; Q.Z.R.; Q. Elevador
Q.E.P.2 – Quadro Elétrico Parcial 2	0	Iluminação; Tomadas de Usos Gerais
Q.E. CASA ESCOLA – Quadro da Torre “Casa Escola”	0	Iluminação; Tomadas de Usos Gerais; Q.Bombagem
Q. BOMBAGEM - Quadro de Bombagem do Tanque de Mergulho	0	Bombagem
Q.E.P.1 – Quadro do Armazém de Formação	0	Tomadas de Usos Gerais
Q. ESCOLA – Quadro da Zona de Descontaminação	0	Iluminação; Tomadas de Usos Gerais
Q. Elevador – Quadro do Elevador	1	Iluminação; Alimentação Elevador; Tomadas da Casa das Máquinas

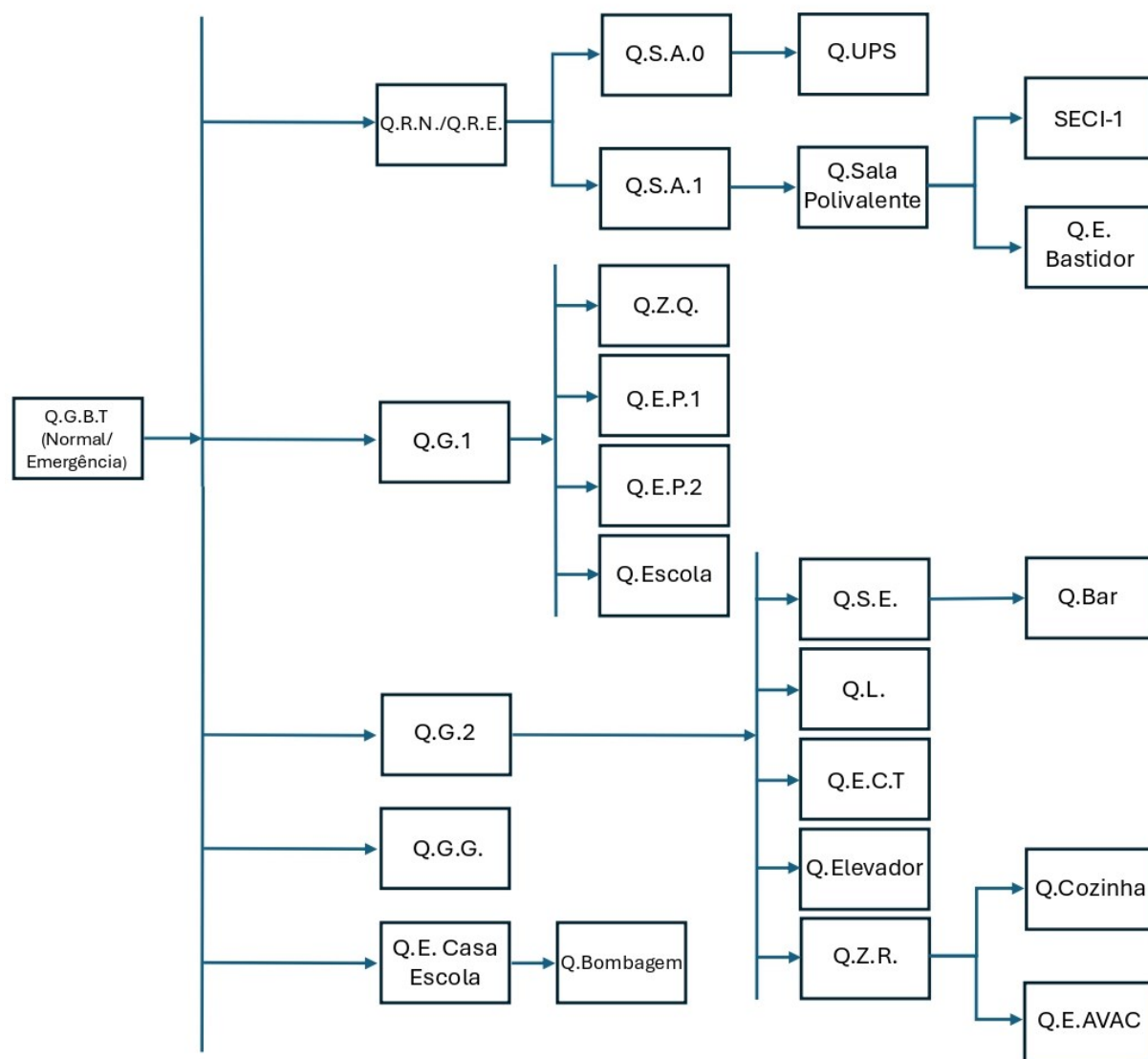


Figura 2.22 - Diagrama de interligação de quadros elétricos do edifício

Adicionalmente aos equipamentos com consumos relevantes de energia elétrica que se encontram identificados ao longo do capítulo 2 do presente documento (caraterização do edifício), importam ainda referir outros equipamentos consumidores de energia, cujas caraterísticas principais se apresentam na Tabela 2.16. Na Figura 2.23 apresentam-se exemplos de alguns desses equipamentos.

Tabela 2.16 - Listagem e principais características de outros equipamentos elétricos instalados no edifício

Tipo - Marca e Modelo	Quantidade	Potência Unitária [W]	Potência Total [kW]
Arca Frigorífica - Becken CH380A+II	2	130	0,26
Arca Frigorífica - Becken BCF3897 WH	1	27,5	0,0275
Máquina de Lavar Louça - Electolux ECO30112E	2	90,0	0,18
Bancada de Banho Maria - Infrico SSBMC4 (4 entradas)	1	4 520	4,52
Outra bancada refrigerada	1	246,8	0,2468
Arca de Refrigeração Vertical - Metalfrio D 372 SC M4C	1	241	0,241
Arca de Refrigeração - Orima ORCF-351 S300SD	1	744	0,744
Arca de Refrigeração - Songserm CCC-300RAX	2	405	0,81
Máquina de Lavar Louça - Magnus af 50.35 v400/3n - TR EASY MAGNUS	1	5 050	5,05
Outro frigorífico Industrial	1	557,4	0,5574
Televisor	3	153,5	0,4605
Moinho	1	218,5	0,2185
Máquina de Café - Brasilia Exclusive P 2Gr (2 saídas)	1	3 000	3
Forno Elétrico - Teka HE-641 (doméstico)	1	2 693	2,693
Outra arca frigorífica	1	527,3	0,5273
Computador (torre) + monitor (55x34cm)	1	160,3	0,1603
Vitrine Refrigerada - Fagor MFP-180 GN (2 portas)	1	300	0,3
Outra Vitrine Refrigerada	1	435,1	0,4351
Secador de Mãos - S&P SL-2002	2	1 750	3,5
Computador portátil	3	77,5	0,2325
Radiador a óleo - (7 barras) HJM 804	2	2 500	5
Outro carregador de rádios	10	45,3	0,453
Impressora - Konica Minolta Bizhub C250i	5	1 580	7,9
Krups (Nespresso)	7	1 260	8,82
Outros blocos de rede (switch)	29	109,7	3,1813
Compressor - LW 280-E	1	7 500	7,5
Outro compressor	5	3 682,1	18,4105
Radiador a óleo (7 barras) Efacec SL - 160/07	1	1 500	1,5
Projetor	1	274,5	0,2745
Gateway - Cisco VG310/VG320 (central telefónica)	1	135	0,135
Total	90		77,3382



Figura 2.23 - Exemplos de equipamentos elétricos instalados no edifício - arca frigorífica, lanternas, impressora, microondas, torradeira, tostadeira, forno e máquina de café

2.6.7 Iluminação

No que concerne à iluminação do edifício, a iluminação interior é assegurada por intermédio de 123 lâmpadas fluorescentes tubulares com uma potência total de 4,91 kW (25,23%), 496 lâmpadas LED com uma potência total de 6,86 kW (35,21%), 390 lâmpadas fluorescentes compactas com uma potência total de 5,28 kW (27,11%) e 48 lâmpadas de halógeno com uma potência total de 2,43 kW (12,45%).

Os balastros existentes são eletrónicos e o comando de iluminação é realizado com recurso a interruptores instalados nos quadros elétricos ou nos respetivos compartimentos, não se verificando a existência de sensores ou outros dispositivos de controlo automático de iluminação.

Na Tabela 2.17 é apresentado, por tipo de tecnologia, um resumo de quantidades de lâmpadas instaladas em espaços interiores do edifício. Verifica-se a existência de uma potência total instalada na ordem dos 19,5 kW. Na Figura 2.24, apresentam-se exemplos de luminárias interiores instaladas no edifício.

Tabela 2.17 - Resumo de tipos de lâmpadas instaladas no interior do edifício

Tipo	Quantidade	Potência Unitária [W]	Potência Total [kW]
Fluorescente Compacta	1	26	0,026
	350	13	4,55
	39	18	0,702
Fluorescentes Tubulares	101	36	3,636
	22	58	1,276
LED	1	2	0,002
	4	3	0,012
	143	6	0,858
	12	6,6	0,0792
	69	9	0,621
	11	10	0,11
	112	18	2,016
	13	18,3	0,2379
	103	19,1	1,9673
	18	24	0,432
	6	40	0,24
	4	70	0,28
Halógeno	47	50	2,35
	1	75	0,075
Total	1 057		19,4704



Figura 2.24 - Exemplos de luminárias instaladas no interior do edifício

A iluminação exterior é constituída por 27 lâmpadas fluorescentes compactas com uma potência total de 0,35 kW (14,14%), 58 lâmpadas de tecnologia LED com uma

potência total de 0,76 kW (30,66%), 5 lâmpadas de iodetos metálicos com uma potência total de 1,25 kW (50,36%) e 1 lâmpada de halogéneo com uma potência total de 0,12 kW (4,84%), o que perfaz um total de 2,48 kW de potência instalada.

Os balastros existentes são eletrónicos e o comando de iluminação é realizado com recurso a interruptores instalados nos quadros elétricos e, em alguns casos, com recurso a interruptor horário instalado no quadro elétrico de origem do circuito de alimentação, não se verificando a existência de sensores, células crepusculares ou outros dispositivos de controlo automático de iluminação.

Na Tabela 2.18 é apresentado, por tipo de tecnologia, um resumo de quantidades de lâmpadas instaladas em espaços exteriores do edifício. Verifica-se a existência de uma potência total instalada na ordem dos 2,5 kW. Na Figura 2.25, apresentam-se exemplos de luminárias exteriores instaladas no edifício.

Tabela 2.18 - Resumo de tipos de lâmpadas instaladas no exterior do edifício

Tipo	Quantidade	Potência Unitária [W]	Potência Total [kW]
Fluorescente Compacta	27	13	0,351
	38	10	0,38
LED	1	18	0,018
	19	19,1	0,3629
Halogéneo	1	120	0,12
Iodetos Metálicos	5	250	1,25
Total	91		2,4819



Figura 2.25 - Exemplos de luminárias instaladas no exterior do edifício

2.6.8 Instalações de Telecomunicações

No edifício principal encontram-se atualmente instalados dois bastidores de telecomunicações. O bastidor principal, que se encontra instalado ao nível do Piso 1, e o bastidor parcial que se encontra no Piso 0 (Figura 2.26).

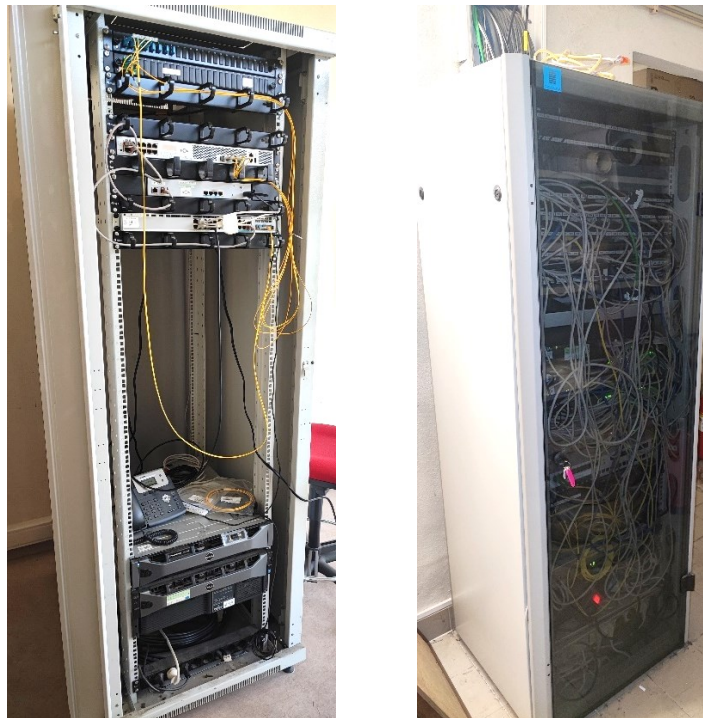


Figura 2.26 - Da esquerda para a direita: bastidores principal e parcial instalados no edifício

Verifica-se a existência de tomadas terminais de pares de cobre em alguns gabinetes e salas do edifício principal (Figura 2.27), não se identificando qualquer tomada terminal coaxial ou de fibra ótica instalada no edifício.

A gestão e a manutenção das comunicações do edifício são assumidas pelos serviços de informática da Câmara Municipal de Coimbra.



Figura 2.27 - Exemplo de tomada de pares de cobre instalada no edifício

2.6.9 Rede de Gás Natural

O edifício da Casa Municipal da Proteção Civil e Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra é abastecido de gás natural. Este abastecimento tem origem na caixa de corte geral, redução e contagem que se encontra localizada na entrada lateral do edifício, junto à zona do presépio dos Bombeiros Sapadores, a qual alberga a válvula de corte geral, a válvula redutora de pressão e o contador.

A partir do redutor de segurança e à pressão de 150 mbar, a rede encontra-se executada em Polietileno (PEAD) até à caixa de transição Polietileno (PEAD)/Cobre (Cu) que se encontra instalada junto à central térmica do edifício, no exterior. Depois da transição, a rede é encaminhada em Cobre (Cu) para o interior do edifício, mais precisamente para a central térmica, onde se encontra o coletor e respetivas válvulas de corte para abastecimento às caldeiras. Paralelamente, outro ramal é encaminhado em Cobre (Cu) para a zona do refeitório, onde se encontra o coletor e respetivas válvulas de corte para abastecimento aos equipamentos de queima localizados na zona da cozinha.

Na Figura 2.28 é possível visualizar-se a caixa de corte geral, redução e contagem, assim como os coletores e válvulas de corte localizados nas zonas da central térmica e do refeitório. Na Tabela 2.19 apresentam-se as principais características de outros equipamentos instalados na zona da cozinha, os quais, para além das caldeiras supramencionadas, instaladas na central térmica, consomem gás natural.

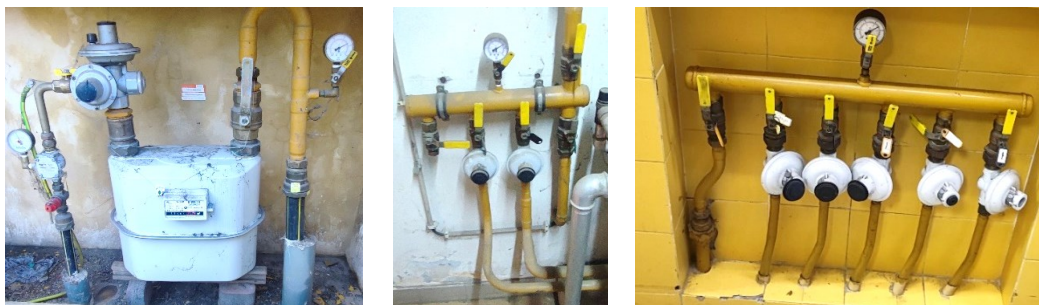


Figura 2.28 - Da esquerda para a direita: caixa de corte geral, redução e contagem; coletores e válvulas de corte localizados na central térmica; coletores e válvulas de corte localizados na zona de refeitório

Tabela 2.19 - Resumo de outros equipamentos consumidores de gás natural instalados no edifício

Tipo	Quantidade	Potência Unitária [kW]	Potência Total [kW]
Bicos de Fogão 1	1	28,7	28,7
Bicos de Fogão 2	1	14,5	14,5

Tipo	Quantidade	Potência Unitária [kW]	Potência Total [kW]
Grelhador de Chapa Ondulada	1	25,0	25
Fritadeira de 2 cubas	1	24,4	24,4
Total	4		92,6

2.6.10 Rede de Abastecimento de Água e Águas Quentes Sanitárias

No que diz respeito ao abastecimento de água, o edifício é dotado de um contador que se encontra localizado numa caixa contígua à caixa de corte geral, redução e contagem de gás natural, conforme é apresentado na Figura 2.29. A rede encontra-se executada em tubagem de aço inox saliente.



Figura 2.29 - Caixa de contador de água instalada no edifício

No recinto exterior do edifício existe um tanque de treino de mergulho com 9,5 m de profundidade (na sua zona mais profunda), o qual é abastecido com recurso a bombagem de água a partir de um poço de captação de água ali criado para o efeito. Não existe qualquer sistema de tratamento de água associado a este tanque, pelo que, periodicamente, existe a necessidade de realização de drenagem da água do tanque e posterior reabastecimento. Na Figura 2.30 é apresentado o quadro de bombagem de água (proteção e comando) instalado junto ao tanque de treino de mergulho.



Figura 2.30 - Quadro de bombagem (proteção e comando) instalado no edifício

No edifício principal e no bloco adjacente 1, anexo ao edifício principal (Apêndice A), onde se encontram instalados os serviços dos sapadores florestais, as águas quentes sanitárias são garantidas pelas caldeiras a gás natural mencionadas na secção 2.6.1. Na central térmica existe um depósito de AQS, da marca Videira, construção em Aço Inox AISI 316L, com 4 mm de espessura e isolamento em poliuretano flexível de 100 mm de espessura, com capacidade de 1 500 l (Figura 2.31).

No bloco adjacente 2, anexo ao edifício principal (Apêndice A), onde se encontra em funcionamento a zona de lavagem e descontaminação, as águas quentes sanitárias são produzidas com recurso a um termoacumulador elétrico, de marca Videira e modelo Multi F, com uma capacidade de 80 l e 1,5 kW de potência.



Figura 2.31 - Depósito de AQS (1 500 l) instalado na central térmica do edifício

3 MONITORIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES

Perspetivando-se a redução de consumos no edifício da Casa Municipal da Proteção Civil e Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra, é apresentado, no presente capítulo, um resumo dos consumos e custos energéticos associados às principais fontes de energia utilizadas no edifício (energia elétrica e gás natural), onde se inclui também a água, enquanto recurso essencial.

3.1 Consumos Energéticos

3.1.1 Gás Natural

Conforme exposto anteriormente, os consumos de gás natural no edifício são realizados pelas caldeiras de aquecimento localizadas na central térmica, bem como pelos equipamentos de queima existentes na zona da cozinha.

Com vista à análise dos consumos de gás natural, foram recolhidas as faturas de gás referentes ao ano completo de 2023, cujos valores se apresentam na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Consumos e custos de faturação mensais de gás natural no ano de 2023

Mês	Ano de 2023		
	m ³	kWh	€
Janeiro	6 894	85 963	15 010,76
Fevereiro	4 995	58 063	12 783,11
Março	4 096	47 885	10 550,78
Abril	1 251	14 612	3 375,47
Maiο	1 345	15 837	3 634,50
Junho	1 683	19 799	2 740,16
Julho	1 405	16 609	3 930,15
Agosto	1 482	17 244	4 013,38
Setembro	1 434	16 735	3 968,15
Outubro	1 994	23 077	5 280,04
Novembro	2 568	29 974	7 030,74
Dezembro	3 817	50 419	94 72,25
Total	32 964	396 217	81 789,49

Face aos resultados apresentados na Tabela 3.1 e no gráfico da Figura 3.1, verifica-se um consumo anual de gás natural de 396 217 kWh, correspondendo a uma faturação anual na ordem dos 81 789,49 €. O mês de janeiro destaca-se por ser o mês onde se verifica maior consumo de gás natural (85 963 kWh).

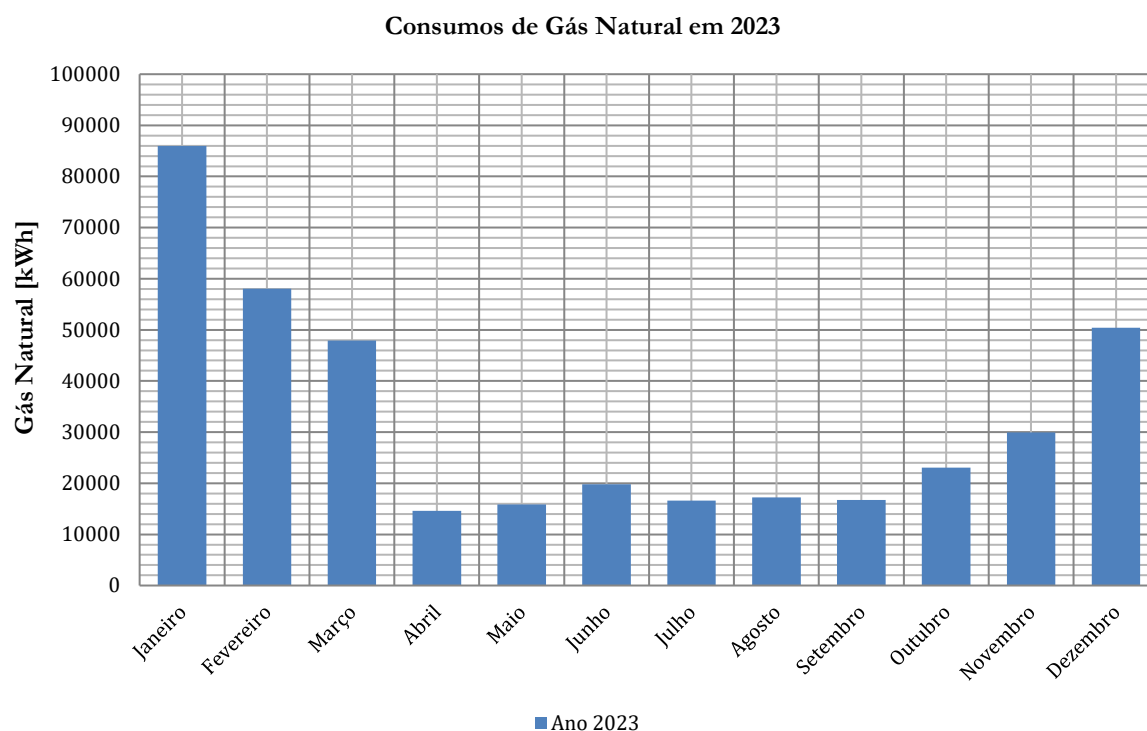


Figura 3.1 - Consumos mensais de gás natural no ano de 2023

É perceptível um maior consumo de gás natural nos meses em que o sistema de aquecimento se encontra em funcionamento (meses de inverno), no entanto, nos restantes meses do ano, é notável e significativo o contributo das águas quentes sanitárias nos consumos de gás natural.

Com base nas características dos equipamentos consumidores de gás natural instalados no edifício e tendo em consideração o perfil de utilização das instalações, foi possível efetuar a desagregação do consumo anual de gás natural da instalação pelos diferentes setores de consumo. Na Tabela 3.2 apresentam-se os resultados estimados obtidos.

Tabela 3.2 - Desagregação do consumo anual de gás natural da instalação, por setor de consumo

Setor de consumo de Gás Natural	Gás Natural [kWh/ano]	Percentagem do consumo total %
Aquecimento	202 071	51
Produção de AQS	134 714	34
Equipamentos de Cozinha	59 432	15

Com o objetivo de avaliar a queima do gás natural nas caldeiras e determinar a sua eficiência térmica, com vista à redução do consumo energético, procedeu-se à análise aos gases de combustão. Os ensaios foram realizados com a temperatura definida nos 80 °C e com recurso a um analisador da marca WÖHLER, modelo A 450 (Figura 3.2). Da análise realizada, foi possível extrair diversos parâmetros, destacando-se a quantidade em volume de dióxido de carbono (CO_2) presente nos gases de combustão (% em vol.); a quantidade em volume de monóxido de carbono (CO) presente nos gases de combustão (ppm); a quantidade em volume de oxigénio (O_2) presente nos gases de combustão (% em vol.); a temperatura do ar de combustão (°C) e a temperatura dos gases de combustão à saída da caldeira (°C).

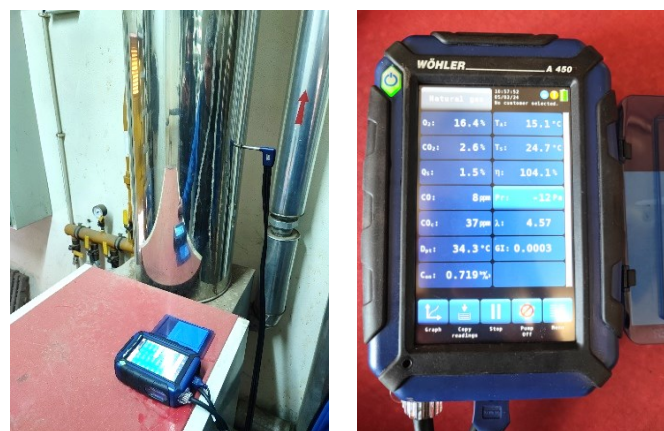


Figura 3.2 - Análise de gases de combustão realizada às caldeiras

Com recurso ao Método das Perdas explanado no Manual de Auditorias Energéticas na Indústria publicado pela Agência para a Energia (ADENE) [22], e com base nos parâmetros decorrentes da análise efetuada aos gases de combustão das caldeiras, foi possível determinar a eficiência térmica de cada uma das caldeiras instaladas na central térmica do edifício em estudo.

Este método é aplicável a todos os tipos de caldeiras e combustíveis e baseia-se no poder calorífico inferior (PCI) do combustível [22]. A eficiência térmica, em percentagem, é determinada pela equação (3.1),

$$E = 100 - (P_{cv} + P_{cf} + P_{gc} + P_{H2O} + P_{CO} + P_r + P_p) \quad (3.1)$$

em que: P_{cv} representa as perdas associadas ao combustível nas cinzas volantes, P_{cf} representa as perdas associadas ao combustível nas cinzas de fundo, P_{gc} representa as perdas associadas ao calor sensível nos gases secos de combustão, P_{H2O} representa as perdas associadas à entalpia do vapor de água nos gases de combustão, P_{CO} representa as perdas associadas a inqueimados nos gases de combustão, P_r representa as perdas por radiação, convecção e outras perdas não-contabilizáveis nas caldeiras e P_p representa as perdas associadas às purgas.

No que diz respeito ao cálculo de P_{cv} e P_{cf} , tendo em consideração que estas perdas apenas se aplicam a combustíveis sólidos, e uma vez que as caldeiras utilizam o combustível gás natural, P_{cv} e P_{cf} assumem valores nulos.

Também as perdas associadas às purgas, P_p , por serem unicamente aplicáveis a caldeiras de vapor, tomam o valor zero.

As perdas por radiação, convecção e outras perdas não-contabilizáveis nas caldeiras, P_r , assumem, de acordo com os valores tabelados apresentados no Manual de Auditorias Energéticas na Indústria [22], o valor de 2%, uma vez que as caldeiras em estudo apresentam tubos de água e tubos de fumo com potência abaixo de 2 MW.

Será assim necessário proceder ao cálculo de P_{gc} , P_{H2O} e P_{CO} para cada uma das caldeiras instaladas.

As perdas associadas ao calor sensível nos gases secos de combustão, P_{gc} , são determinadas por (3.2),

$$P_{gc} = \frac{K \times (T_g - T_a) \times 1 - \left[\frac{P_{cv} + P_{cf}}{100} \right]}{CO_2} \quad (3.2)$$

em que: T_g representa a temperatura de gases de combustão à saída da caldeira, T_a representa a temperatura de ar de combustão à entrada da caldeira, P_{cv} representa as perdas associadas ao combustível nas cinzas volantes, P_{cf} representa as perdas associadas ao combustível nas cinzas de fundo, CO_2 representa a quantidade em volume de CO_2 presente nos gases de combustão e K representa a constante que depende do combustível utilizado, a qual, para o gás natural, assume o valor de 0,39, de acordo com os valores tabelados apresentados no Manual de Auditorias Energéticas na Indústria [22].

As perdas associadas à entalpia do vapor de água nos gases de combustão, P_{H_2O} , são determinadas por (3.3),

$$P_{H_2O} = \frac{(m_{H_2O} + 9H) \times (210 - 4,2T_a + 2,1T_g)}{PCI} \quad (3.3)$$

em que: m_{H_2O} representa a quantidade em peso de humidade no combustível nas condições de queima, H representa a quantidade em peso de hidrogénio presente no combustível nas condições de queima, T_g representa a temperatura de gases de combustão à saída da caldeira, T_a representa a temperatura de ar de combustão à entrada da caldeira e PCI representa o poder calorífico inferior do combustível nas condições de queima, o qual, para o gás natural, assume o valor de 45 100 kJ/kg, de acordo com os valores tabelados apresentados no Manual de Auditorias Energéticas na Indústria [22].

Por fim, as perdas associadas a inqueimados nos gases de combustão, P_{CO} , são obtidas por (3.4),

$$P_{CO} = \frac{K \times CO \times [1 - 0,01 \times (P_{cv} + P_{cf})]}{CO + CO_2} \quad (3.4)$$

em que: CO representa a quantidade em volume de CO presente nos gases de combustão, CO_2 representa a quantidade em volume de CO₂ presente nos gases de combustão, P_{cv} representa as perdas associadas ao combustível nas cinzas volantes, P_{cf} representa as perdas associadas ao combustível nas cinzas de fundo e K representa a constante que depende do combustível utilizado, a qual, para o gás natural, assume o valor de 40, de acordo com os valores tabelados apresentados no Manual de Auditorias Energéticas na Indústria [22].

Face ao exposto ao longo da presente secção, são apresentados na Tabela 3.3 os resultados decorrentes da análise aos gases de combustão das caldeiras.

Tabela 3.3 - Resultados de eficiência térmica das caldeiras instaladas no edifício (método das perdas)

Gases de Combustão						Cálculo de Perdas					
Caldeira	Regime	T _a [°C]	O ₂ [%]	T _g [°C]	CO [ppm]	CO ₂ [%]	P _{gc} [%]	P _{H2O} [%]	P _{CO} [%]	P _r [%]	Eficiência Térmica [%]
Caldeira 1	Chama 1	23,8	13,5	181,1	4	4,36	14,07	2,39	0,0036	2	81,54
	Chama 2	23,8	5,6	202,4	7	8,44	8,25	2,61	0,0033	2	87,14
Caldeira 2	Chama 1	23,8	15,1	111,2	6	3,40	10,03	1,67	0,0070	2	86,29
	Chama 2	23,8	7,9	139,4	1	7,48	6,03	1,96	0,0005	2	90,01

A partir da análise da Tabela 3.3, constata-se que ambas as caldeiras apresentam, para ambos os regimes (chama 1 e chama 2) valores de eficiência térmica aceitáveis, com especial destaque para a eficiência térmica da caldeira 2 (regime de chama 2).

A temperatura dos gases de exaustão, a temperatura ambiente, o controlo do excesso de ar, o tipo de combustível e mesmo as perdas com convecção e radiação, influenciam diretamente a eficiência térmica das caldeiras.

De facto, uma vez que parte da energia consumida é perdida nos gases de combustão, a partir do controlo adequado de todo o processo de queima de gás natural nas caldeiras, é possível garantir um elevado rendimento na combustão e, consequentemente, economizar energia.

A combustão numa caldeira necessita de uma quantidade de ar adequada de modo a garantir que esta seja completa. Grande excesso de ar diminuirá a eficiência da chama, aumentando as perdas de calor. Por outro lado, uma quantidade de ar reduzida resultará numa combustão incompleta e na formação de mais CO₂ e fumo, diminuindo a eficiência térmica da caldeira. É, por isso, essencial garantir um equilíbrio entre o alto e baixo excesso de ar.

Nos ensaios realizados em ambas as caldeiras, verifica-se que o controlo do excesso de ar de combustão e os baixos teores de CO nos gases, contribuem para a elevada eficiência térmica verificada em ambas as caldeiras, nomeadamente no regime de chama 2, sendo que as perdas associadas ao calor sensível nos gases secos de combustão, P_{gc} , têm um peso significativo nos resultados [25].

3.1.2 Energia Elétrica

Para análise do perfil de consumo de energia elétrica do edifício, foram recolhidas as faturas de energia elétrica correspondentes ao período de janeiro de 2023 a dezembro de 2023. Na Tabela 3.4 e no gráfico da Figura 3.3 é possível visualizar os consumos mensais desagregados pelos diferentes períodos horários, durante o ano de referência (2023).

Tabela 3.4 - Consumos mensais desagregados de energia elétrica no ano de 2023

Mês	Consumo Energia Ativa [kWh]				Potência [kW]		Total mensal consumo Energia Ativa [kWh]
	Horas Ponta	Horas Cheias	Vazio Normal	Super vazio	Potência Horas Ponta	Termo de Potência contratada	
Janeiro	2 944	7 339	4 183	2 148	2 944	116,25	16 614
Fevereiro	2 367	5 910	3 225	1 742	2 367	116,25	13 244
Março	2 492	6 429	3 029	1 709	2 492	116,25	13 659
Abril	1 255	4 939	3 342	1 331	1 255	116,25	10 867
Mai	1 199	5 202	2 592	1 333	1 199	116,25	10 326
Junho	1 333	4 882	2 771	1 356	1 333	116,25	10 342
Julho	1 025	3 905	1 841	994	1 025	116,25	7 765
Agosto	1 248	5 417	3 007	1 472	1 248	116,25	11 144
Setembro	1 232	5 415	2 836	1 441	1 232	116,25	10 924
Outubro	1 475	5 588	3 299	1 431	1 475	116,25	11 793
Novembro	2 191	5 533	3 280	1 565	2 191	116,25	12 569
Dezembro	2 275	5 927	5 266	2 017	2 275	116,25	15 485
Total	21 036	66 486	38 671	18 539	-	-	144 732

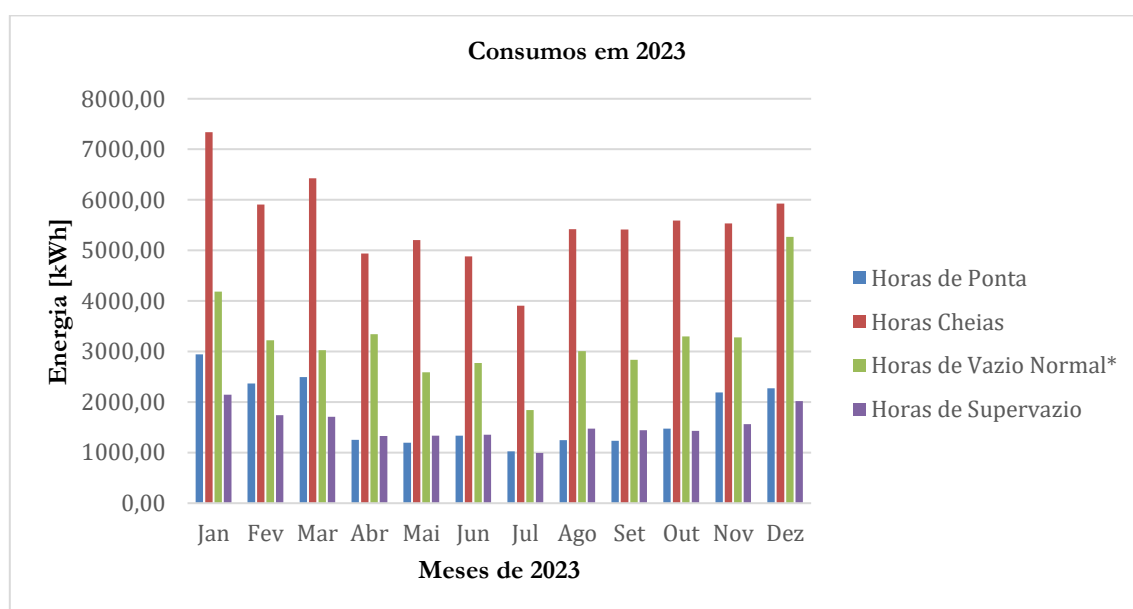


Figura 3.3 - Desagregação dos consumos mensais de energia elétrica no ano de 2023

A partir da análise da Tabela 3.4 e do gráfico da Figura 3.3 verifica-se que uma parte significativa dos consumos é realizada no período horário de Cheias (46,0%), sendo

os restantes consumos divididos pelos períodos de Ponta (14,5%), Vazio Normal (26,7%) e Super Vazio (12,8%). A distribuição dos consumos anuais pelos diferentes períodos horários pode ser consultada no gráfico da Figura 3.4.

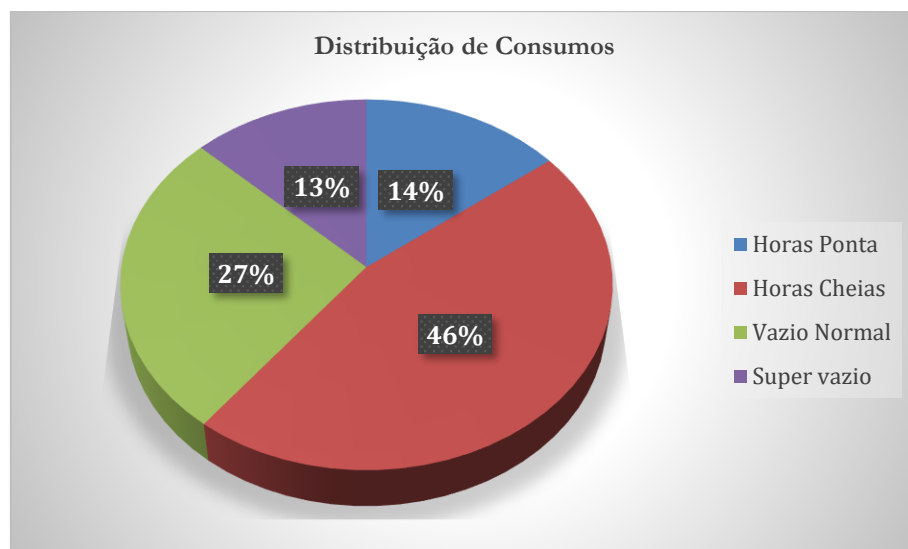


Figura 3.4 - Distribuição dos consumos anuais de energia elétrica pelos diferentes períodos horários, no ano de 2023

Como era esperado, os consumos de energia elétrica apresentam, ao longo do ano em análise (2023), diversas oscilações, sendo claro que os meses de maior e menor consumo foram os meses de janeiro e de julho, respetivamente. O elevado consumo de energia elétrica verificado no mês de janeiro poderá ser justificado com base na maior utilização dos sistemas de iluminação e dos sistemas elétricos de climatização. De facto, para além dos sistemas de aquecimento descritos ao longo do trabalho, durante as diversas visitas técnicas realizadas ao edifício, foi relatado que em alguns espaços de escritórios, complementarmente aos sistemas de aquecimento central, são muitas vezes utilizados radiadores elétricos a óleo e termoventiladores portáteis (pessoais), cujo funcionamento contribui, inevitavelmente, para o aumento da faturação energética nos períodos de inverno.

Os consumos de energia elétrica mais reduzidos nos meses de verão estão, certamente, relacionados com a diminuição das necessidades de utilização dos sistemas de iluminação e dos sistemas elétricos de climatização, não se identificando um motivo que justifique o facto de o mês de julho ser o mês com menor consumo de energia elétrica, uma vez que o perfil de utilização do edifício e o número de operacionais se mantém inalterado nesta época do ano, podendo até mesmo vir a ser reforçado, em caso de necessidade, durante os períodos de incêndios rurais.

Na Figura 3.5 é apresentada a evolução dos consumos mensais de energia elétrica no ano de 2023.

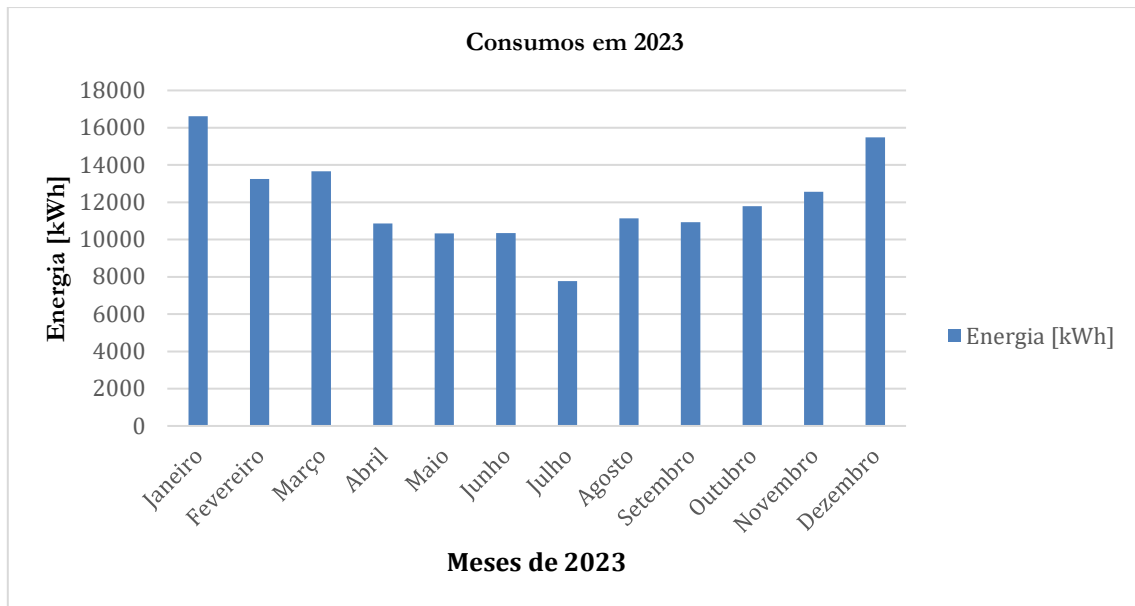


Figura 3.5 - Evolução dos consumos mensais de energia elétrica no ano de 2023

De modo a melhor conhecer os perfis de consumo de energia elétrica do edifício, foram realizadas diferentes monitorizações a quadros elétricos que alimentam e protegem equipamentos relevantes, entre os períodos de 2 a 10 de maio de 2024, ao longo das 24 horas do dia, com recurso a aparelhos de medida da marca Tinytag Energy Logger, modelo TGE-0001.

Estas monitorizações foram realizadas aos seguintes circuitos e equipamentos com impacto significativo na faturação energética anual do edifício (Figura 3.6):

- Circuito de alimentação ao Quadro de Elevador (Q.G.2 - Q. Elevador) (Figura 2.22);
- Circuito de alimentação ao Quadro de Refeitório e AVAC (Q.G.2 - Q.Z.R.) (Figura 2.22);
- Circuito de alimentação ao Quadro de Lavandaria (Q.G.2 - Q.L.) (Figura 2.22);
- Quadro Elétrico de AVAC (Q.E. AVAC) (Figura 2.22).



Figura 3.6 - Monitorizações a circuitos e equipamentos com impacto significativo na faturação energética anual do edifício

Dos resultados obtidos a partir da monitorização ao circuito de alimentação ao Quadro de Elevador (Figura 3.7), constata-se que a potência máxima instantânea absorvida é de cerca de 1,7 kW e a potência em “standby” é de, aproximadamente, 0,1 kW. Deste modo, estima-se um consumo anual de 1 803 kWh associado a um número médio de 25 viagens por dia.

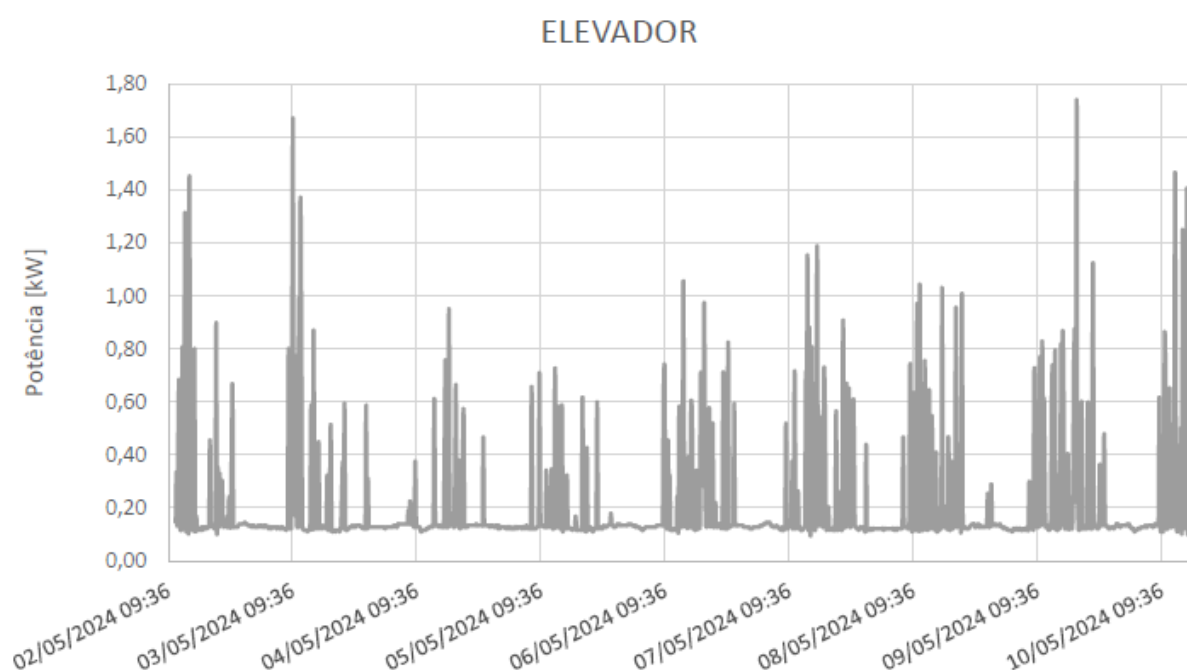


Figura 3.7 - Resultados da monitorização ao circuito de alimentação ao quadro de elevador

A monitorização ao quadro de AVAC (Figura 3.8) que alimenta, protege e comanda os ventiladores e UTAs existentes no edifício, apresenta uma potência máxima instantânea de 5,22 kW e uma potência em “standby” de 0,1 kW, estimando-se um

consumo anual de 3 515 kWh. Com recurso a esta monitorização, é possível aferir que os sistemas de ventilação do edifício têm uma utilização muito reduzida mesmo durante o período de ocupação dos vários espaços.

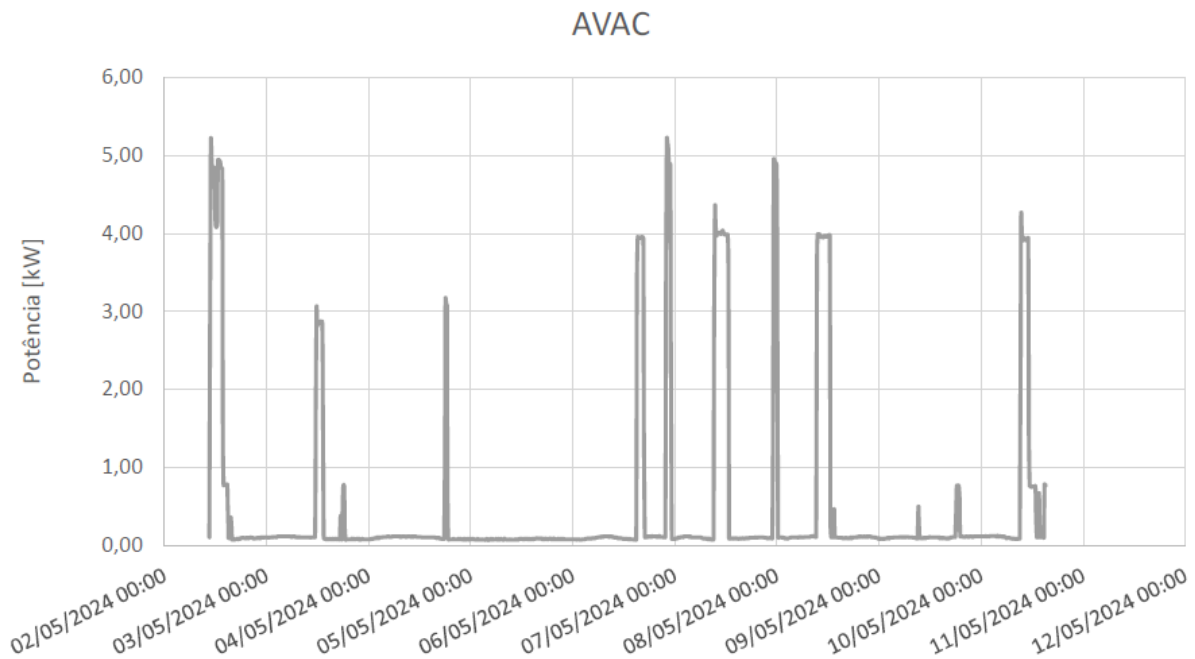


Figura 3.8 - Resultados da monitorização ao circuito de alimentação ao quadro de AVAC

A monitorização ao circuito que alimenta os Quadros de Refeitório e de AVAC (Figura 3.9) permitiu, em conjunto com a medição anterior, realizada ao quadro de AVAC, estimar os consumos associados aos equipamentos instalados na zona do refeitório. A potência máxima instantânea obtida com esta medição foi de 9,1 kW, a qual permitiu estimar um consumo anual de 20 536 kWh. Assim, subtraindo a esta estimativa anual o valor de 3 515 kWh, estimado anteriormente para o Quadro de AVAC, obtêm-se o valor de 17 021 kWh que corresponde ao valor estimado de consumo anual referente aos equipamentos instalados na zona do refeitório.

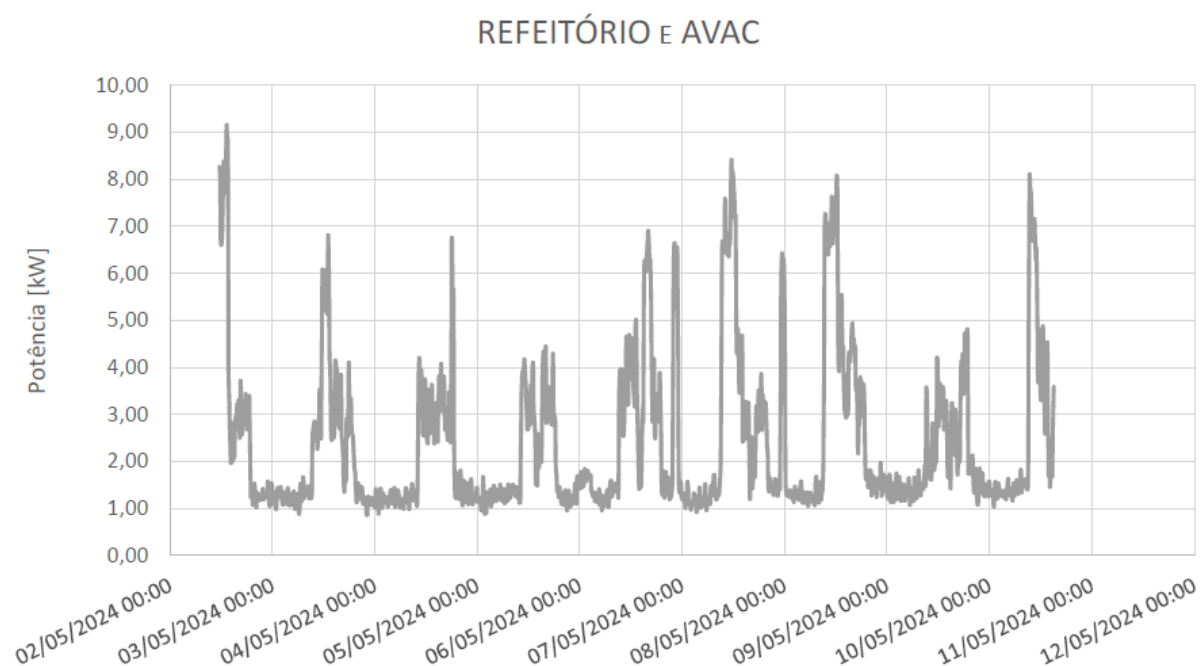


Figura 3.9 - Resultados da monitorização ao circuito de alimentação aos quadros de refeitório e AVAC

Por último, a medição ao circuito de alimentação ao Quadro de Lavandaria (Figura 3.10) resultou numa potência máxima instantânea obtida de 12,9 kW, o que permitiu estimar um consumo anual de 12 092 kWh.

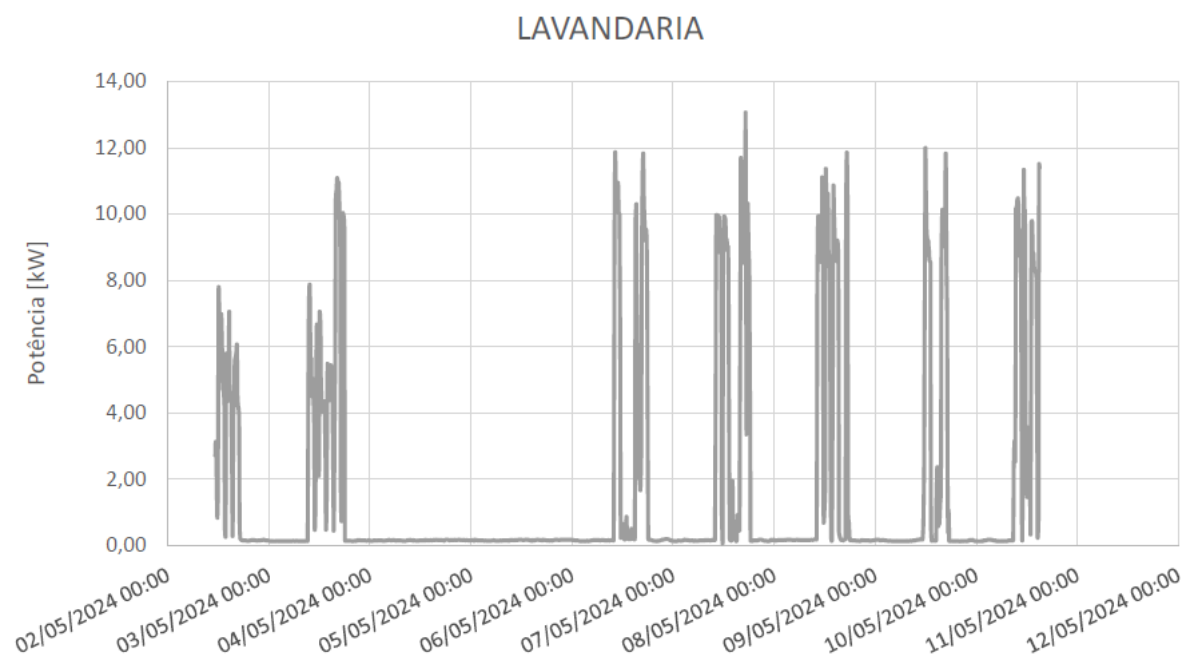


Figura 3.10 - Resultados da monitorização ao circuito de alimentação ao quadro de lavandaria

A partir das monitorizações realizadas e tendo em consideração as características e os perfis de utilização dos diferentes equipamentos elétricos instalados no edifício, foi possível efetuar a desagregação do consumo anual de energia elétrica, por setor de consumo. Os resultados estimados obtidos são apresentados na Tabela 3.5 e no gráfico da Figura 3.11.

Tabela 3.5 - Desagregação do consumo anual de energia elétrica da instalação, por setor de consumo

Setor de consumo de Energia Elétrica	Energia Elétrica [kWh/ano]	Percentagem do consumo total %
Aquecimento	13 699	9,5
Arrefecimento	1 801	1,2
Ventilação e Bombagem	10 901	7,5
Iluminação	15 506	10,7
Equipamentos de Produção de AQS	105	0,1
Ventiladores e Bombas	815	0,6
Elevadores	1 803	1,2
Equipamentos Diversos (Postos de Trabalho, Impressoras, Microondas, Figoríficos e Arcas Frigoríficas, Equipamentos de Emergência, Compressores, entre outros)	70 988	49,1
Lavandaria	12 092	8,3
Refeitório	17 021	11,8

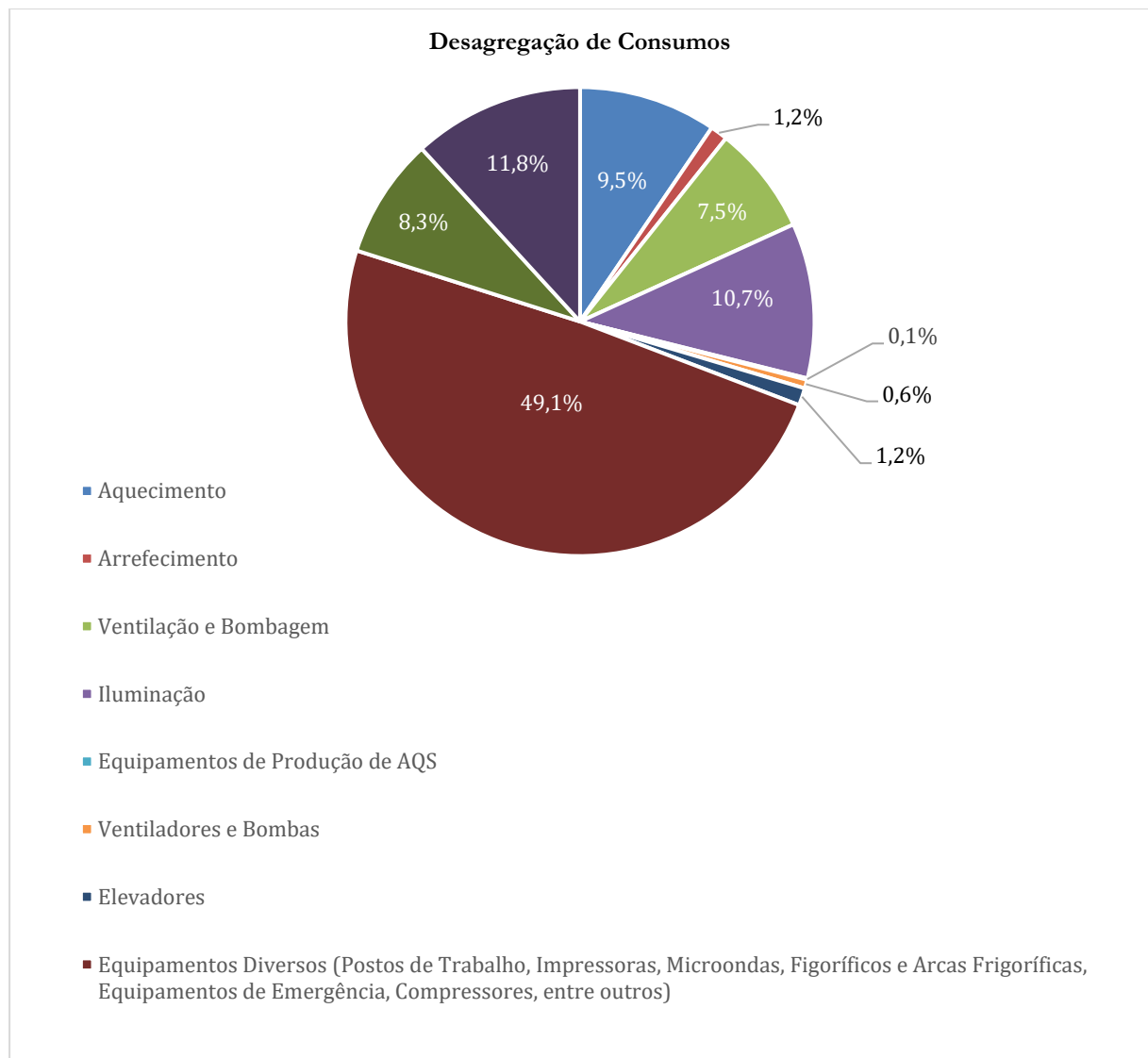


Figura 3.11 - Desagregação do consumo anual de energia elétrica da instalação, por setor de consumo

Nas Figuras 3.12 e 3.13 são apresentados os diagramas de carga da instalação referentes aos meses de janeiro e julho, respetivamente, elaborados a partir dos dados registados, em cada dia, e a cada 15 minutos, pelo contador inteligente da instalação e disponibilizados pelo operador de rede, E-Redes.

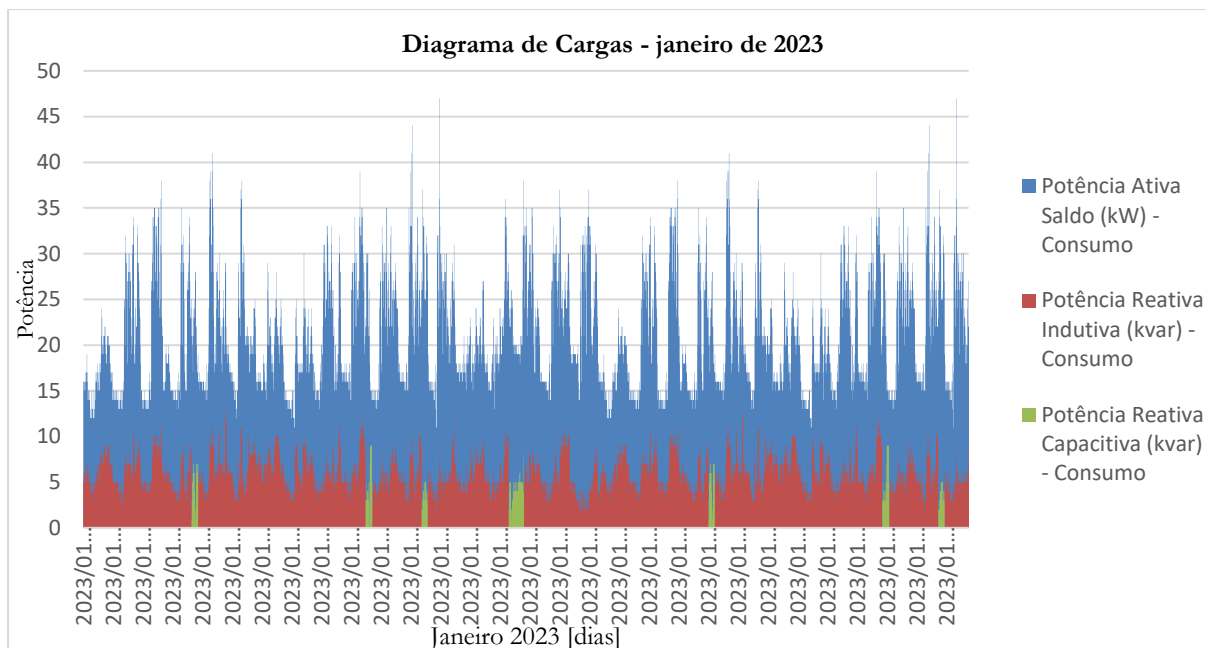


Figura 3.12 - Diagrama de carga da instalação – janeiro de 2023

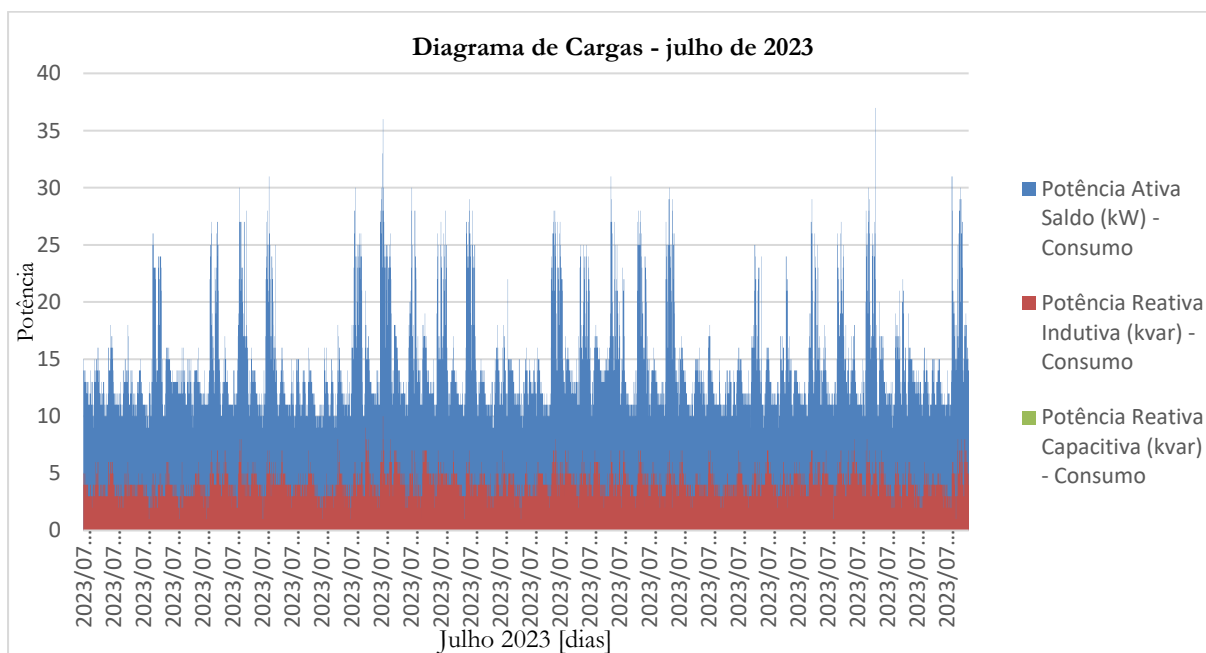


Figura 3.13 - Diagrama de carga da instalação – julho de 2023

3.1.3 Água da Rede Pública

Embora não se considere a água como uma fonte de energia no edifício, face às circunstâncias atuais de escassez de água verificadas em todo o País e tratando-se de um recurso essencial ao funcionamento do edifício em estudo e mesmo à sobrevivência do ser humano, é de extrema relevância a monitorização do seu

consumo. Neste sentido, são apresentados na Tabela 3.6, para o ano de 2023, os consumos de água do edifício, bem como os respetivos custos com este recurso, obtidos a partir da análise da faturação mensal.

Tabela 3.6 - Consumos e custos de faturação mensais de água no ano de 2023

Ano de 2023	m ³	l	€
Janeiro	767	76 7000	3 082,16
Fevereiro	853	85 3000	3 493,71
Março	652	65 2000	2 681,85
Abril	679	67 9000	2 792,26
Maio	777	77 7000	3 190,38
Junho	756	75 6000	3 099,51
Julho	915	91 5000	3 721,34
Agosto	1 150	1 150 000	4 658,8
Setembro	1 241	1 241 000	5 008,81
Outubro	1 202	1 202 000	4 855,28
Novembro	1 423	1 423 000	5 737,62
Dezembro	2 176	2 176 000	8 681,38
Totais	12 591	12 591 000	51 003,1

Nos gráficos das Figuras 3.14 e 3.15 é possível verificar a evolução dos consumos e dos custos com água, respetivamente, ao longo dos meses do ano de 2023, verificando-se claramente o seu aumento nos últimos meses do ano, nomeadamente no mês de dezembro.

Ainda que se verifique esta tendência de aumento de consumo de água nos últimos meses do ano, uma vez que o perfil de utilização das instalações se mantém praticamente inalterado o longo de todo o ano, não é possível identificar um motivo (ou conjunto de motivos) que justifiquem esta evolução. É sim, indiscutível, que o número de banhos diários no edifício, por parte dos operacionais dos Bombeiros Sapadores, bem como as atividades associadas à Zona de Lavandaria e de Refeitório, representam grande parte do consumo de água verificado.

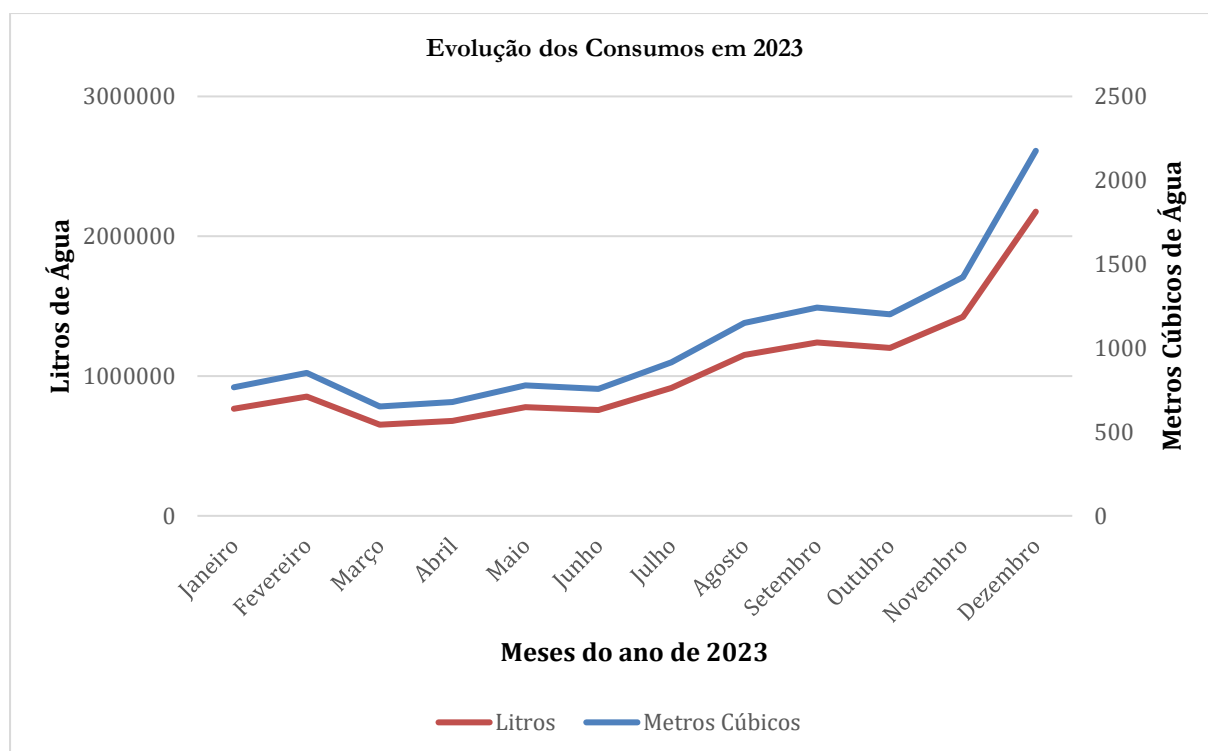


Figura 3.14 - Evolução dos consumos mensais de água no ano de 2023

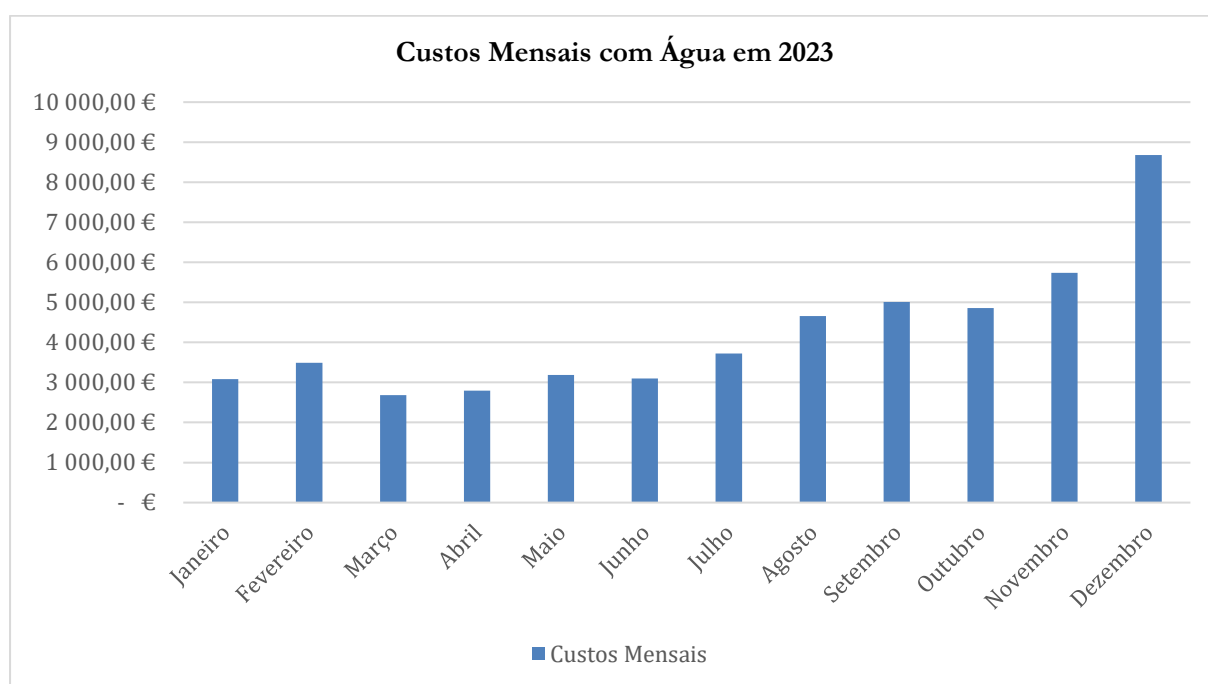


Figura 3.15 - Evolução dos custos mensais de água no ano de 2023

3.1.4 Consumos Globais de Energia

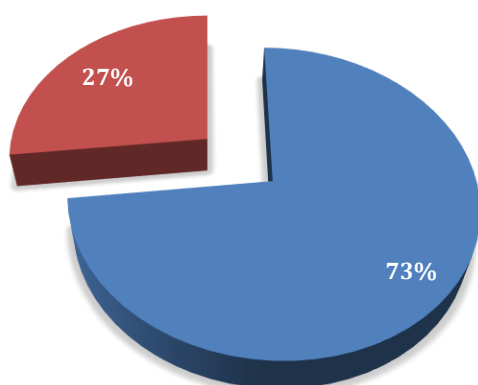
Da análise realizada nas secções anteriores aos consumos energéticos, conclui-se que o gás natural e a energia elétrica são, portanto, as principais formas de consumo de energia no edifício da Casa Municipal da Proteção Civil e Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra.

Com o objetivo de proporcionar um melhor entendimento do peso de cada fonte de energia e seu custo associado, é apresentado, na Tabela 3.7 e no gráfico da Figura 3.16, um resumo dos consumos e custos globais de energia no edifício, no ano de 2023.

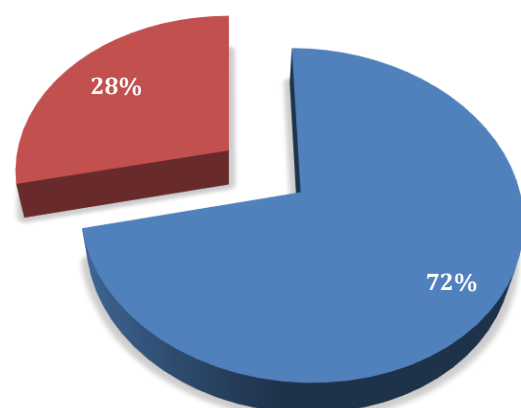
Tabela 3.7 - Consumos e custos globais de energia no ano de 2023

Fonte de Energia	Consumo Anual		Custo Anual	
	[kWh]	[%]	[€]	[%]
Gás Natural	396 217	73,24	81 789,79	71,58
Elettricidade	144 732	26,76	32 466,62	28,42
Totais	540 949	100	114 256,41	100

Consumo Anual de Energia



Custo Anual de Energia



■ Gás Natural
■ Elettricidade

Figura 3.16 - Consumos e custos globais de energia no ano de 2023

Da análise aos resultados obtidos, é possível concluir que o gás natural é a fonte de energia mais consumida no edifício em estudo, contribuindo com cerca de 73% para o consumo anual de energia e com 72% para a faturação energética anual. Esta preponderância do consumo de gás natural no edifício é justificada com o facto de todo o aquecimento central, grande parte das águas quentes sanitárias e toda a zona do refeitório, conforme analisado anteriormente no presente documento, funcionarem com recurso a esta fonte de energia.

4 PROJETO DE TELECOMUNICAÇÕES

As infraestruturas de telecomunicações, sejam elas com ou sem fios, são atualmente indispensáveis à vida diária dos cidadãos, das empresas, dos negócios e dos propósitos governamentais. A indústria de telecomunicações teve um grande crescimento nos últimos anos, com a utilização de smartphones a tornar-se predominante e parte da cultura dominante.

A pandemia de Covid-19 contribuiu para um aumento significativo das necessidades de conectividade, uma vez que foram muitas as pessoas que passaram a trabalhar a partir de casa, realizando reuniões remotas através de plataformas de videoconferência e bases de dados partilhadas a ser acedidas fora do escritório. Também as políticas de desmaterialização implementadas em empresas do setor privado e no setor público contribuíram para uma menor utilização de processos em papel e consequente maior necessidade de utilização de bases de dados partilhadas e, por isso, maior necessidade de conectividade.

Em resumo, entende-se que a necessidade de disponibilidade de internet de alta velocidade e com elevada fiabilidade para todas as operações da vida económica, social e política diária é absolutamente evidente [26].

No que diz respeito às telecomunicações em edifícios, em particular no que diz respeito ao edifício em estudo, tratando-se de uma edificação que acolhe os serviços de Bombeiros Sapadores e também serviços de Proteção Civil, ambos com elevada relevância para o Concelho de Coimbra, existindo no edifício uma “central de emergência” destinada à receção de comunicações urgentes, em funcionamento vinte e quatro horas por dia (durante todo o ano), perspetivando-se a construção de uma Central Municipal de Operações de Socorro (CMOS), e tendo em consideração que as infraestruturas de telecomunicações se encontram obsoletas e se manifestam insuficientes para suprir as necessidades atuais do edifício, é de extrema importância projetar uma rede de telecomunicações adequada às necessidades do espaço, com elevado grau de fiabilidade.

Neste sentido, no âmbito do presente trabalho e uma vez que o seu autor apresenta competências, experiência profissional e formação comprovada para elaboração de projetos de telecomunicações, optou-se por se concretizar para o edifício da Casa Municipal da Proteção Civil e Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra, o estudo e projeto de execução da referida especialidade.

Neste capítulo, é apresentada, de forma detalhada, a evolução da elaboração do projeto de telecomunicações.

4.1 Enquadramento Legal

O projeto de telecomunicações desenvolvido foi elaborado de acordo com os pressupostos da 4^a edição do Manual ITED (Prescrições e Especificações Técnicas das Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios) [18], atualmente em vigor, que tem por base o Decreto-Lei n.º 123/2009 [21], de 21 de maio, o qual, por sua vez, define o regime jurídico da construção e da instalação de redes e infraestruturas de comunicações eletrónicas. Na elaboração do projeto, foram ainda tidas em consideração as boas práticas de execução, as necessidades que as infraestruturas de telecomunicações devem satisfazer, as Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão (RTIEBT) [27], entre outras normas europeias, nomeadamente [18]:

- EN 50083 - Sistemas de distribuição por cabo destinados a sinais de televisão e radiodifusão sonora;
- EN 50117 - Cabos coaxiais para utilização em redes de distribuição por cabo;
- EN 50173 - Tecnologias da informação - Sistemas genéricos de cablagem;
- EN 50174 - Tecnologias da informação - Instalação da cablagem;
- EN 50288 - Cabos com condutores metálicos de múltiplos elementos utilizados para comunicação e comando analógico e digital;
- EN 50310 - Aplicação equipotencial em edifícios com equipamentos de tecnologias da informação;
- Regulamento UE n.º 305/2011, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 9 de março de 2011 (Regulamento dos Produtos de Construção - RPC);
- EN 60728 - Redes de distribuição por cabo para sinais de televisão, sinais de som e serviços interativos.

Conforme consta do artigo 70.º do Decreto-Lei n.º 123/2009, de 21 de maio [21], na sua redação atual, os elementos a constar do projeto de telecomunicações são os seguintes:

- a) Informação identificadora do projetista ITED que assume a responsabilidade pelo projeto, nomeadamente com indicação do número de inscrição em associação pública de natureza profissional;
- b) Identificação do edifício a que se destina, nomeadamente a sua finalidade;
- c) Memória descritiva contendo, nomeadamente:
 - i) Descrição genérica da solução adotada com vista à satisfação das disposições legais e regulamentares em vigor. As soluções adotadas que derivam de condicionantes específicas do edifício, bem como os esclarecimentos necessários à interpretação do projeto, quanto à sua conceção e função e aos aspetos relacionados com a execução do mesmo em obra pelo instalador;

- ii) Indicação das características dos materiais, dos elementos de construção, dos sistemas, equipamentos e redes associadas às instalações técnicas;
 - iii) Pressupostos que foram considerados, nomeadamente as características das interfaces técnicas de acesso de redes públicas de comunicações eletrónicas;
 - iv) Características técnicas a que devem obedecer os equipamentos, materiais e componentes que irão ser utilizados na infraestrutura, nomeadamente com indicação das referências dos materiais a instalar (é permitida a indicação de marcas, desde que se mencione a possibilidade de equivalência).
- d) Medições e mapas de quantidade de trabalhos, dando a indicação da natureza e quantidade dos trabalhos necessários para a execução da obra, nomeadamente com a indicação da lista de material com indicação de quantidades;
- e) Orçamento baseado na espécie e quantidade de trabalhos constantes das medições;
- f) Outros elementos estruturantes do projeto, nomeadamente:
- i) Fichas técnicas de acordo com a complexidade e necessidades do edifício, que permitam caracterizar o edifício quanto à sua localização, tipo de obra, número de fogos, número de pisos, fronteiras das ITED e número total de tomadas terminais (TT) por tecnologia;
 - ii) Plantas topográficas de localização do edifício (escala maior ou igual a 1:5000), com indicação das coordenadas de localização geográfica (GNSS) na forma graus (º), minutos (') e segundos ("), bem como plantas de cada um dos pisos com a implantação da rede de tubagem e caixas e outros elementos constituintes da rede, ou secções, que constituem o edifício em escala tecnicamente adaptada à instalação;
 - iii) Esquemas da rede de tubagem, nomeadamente do seu traçado com a indicação da localização e interligação dos seus elementos, relativamente aos quais deve constar: a dimensão o tipo e a sua classe ambiental, o diagrama dos pontos de distribuição (PD) com a disposição dos dispositivos e do espaço reservado aos primários dos operadores. No caso de o PD ser um bastidor, o projeto deve conter uma peça desenhada com uma vista frontal (layout) com o posicionamento e a identificação dos módulos e equipamentos que o constituem. O projeto deve conter a numeração de forma sequencial e inequívoca, por tecnologia, das tomadas de telecomunicações (ex.: PC1, PC2, ...; CC1, CC2, ...; FO1, FO2, ...). Caso exista sala técnica, o projeto deve conter o seu esquema em planta e em corte com indicação de todos os elementos presentes na mesma e das suas interligações;
 - iv) Esquemas da rede de cablagem com a indicação do seu traçado e das respetivas interligações onde devem constar as capacidades dos dispositivos e cabos e a sua respetiva classe ambiental e a localização das entradas de cabos;
 - v) Quadros de dimensionamento de cabos para cada tecnologia;

- vi) Cálculos de níveis de sinal, nomeadamente do sistema de S/MATV e das atenuações das redes de fibra ótica e de coaxial;
 - vii) Esquemas de instalação elétrica e terras das infraestruturas;
 - viii) Análise das especificidades das ligações às infraestruturas de telecomunicações das empresas de comunicações eletrónicas.
- g) Data e assinatura [18], [21].

4.2 Projeto de Execução

4.2.1 Generalidades

A elaboração do projeto de execução iniciou-se com o levantamento “in loco” das necessidades, que consistiu na realização de uma análise exaustiva a todos os espaços do edifício, na presença de elementos da Divisão de Sistemas de Informação e Comunicação do Município de Coimbra, a qual gere os sistemas informáticos dos edifícios municipais, bem como de operacionais dos Bombeiros Sapadores, conhecedores do edifício e das dificuldades relacionadas com as infraestruturas de telecomunicações ali existentes.

Ultrapassada esta fase inicial, seguiu-se o desenvolvimento dos esquemas e diagramas da rede de tubagens, com vista a serem definidos os traçados, o tipo e as dimensões de tubagem, a quantidade de tomadas de telecomunicações, a quantidade de pontos de distribuição (Bastidores) e as distâncias a considerar. Tendo em consideração o perfil de utilização dos diferentes espaços, foram assim definidas, nesta fase, as localizações do bastidor principal, dos restantes pontos de distribuição e das tomadas de telecomunicações.

Nas Figuras 4.1 e 4.2 são apresentados exemplos de rede de tubagens e de diagrama de tubagens, respetivamente, desenvolvidos para o edifício em estudo, no âmbito do projeto de telecomunicações. As peças desenhadas completas do projeto desenvolvido, onde se inclui a legenda de símbolos, são apresentadas no Apêndice C.

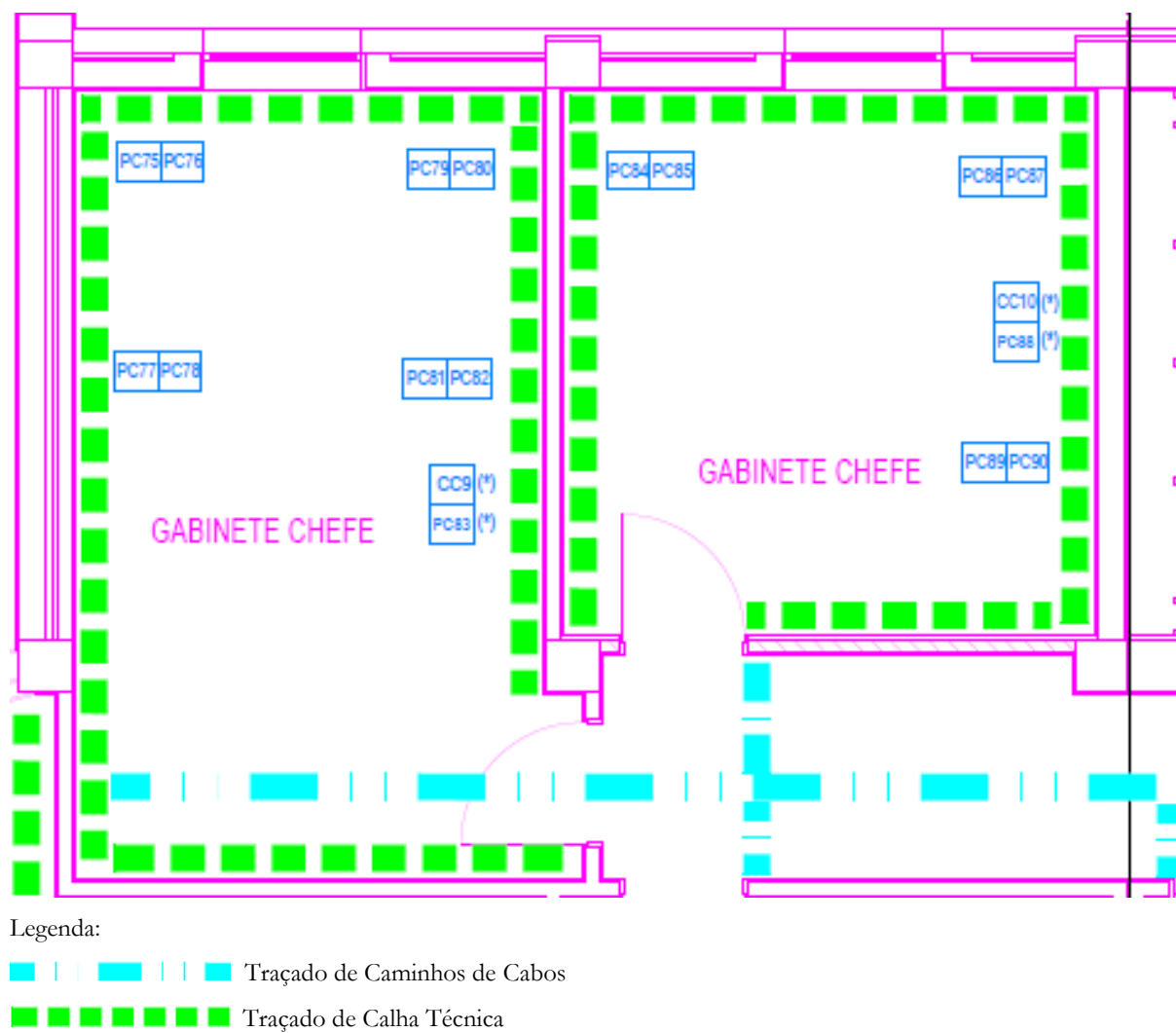


Figura 4.1 - Exemplo de rede de tubagem desenvolvida

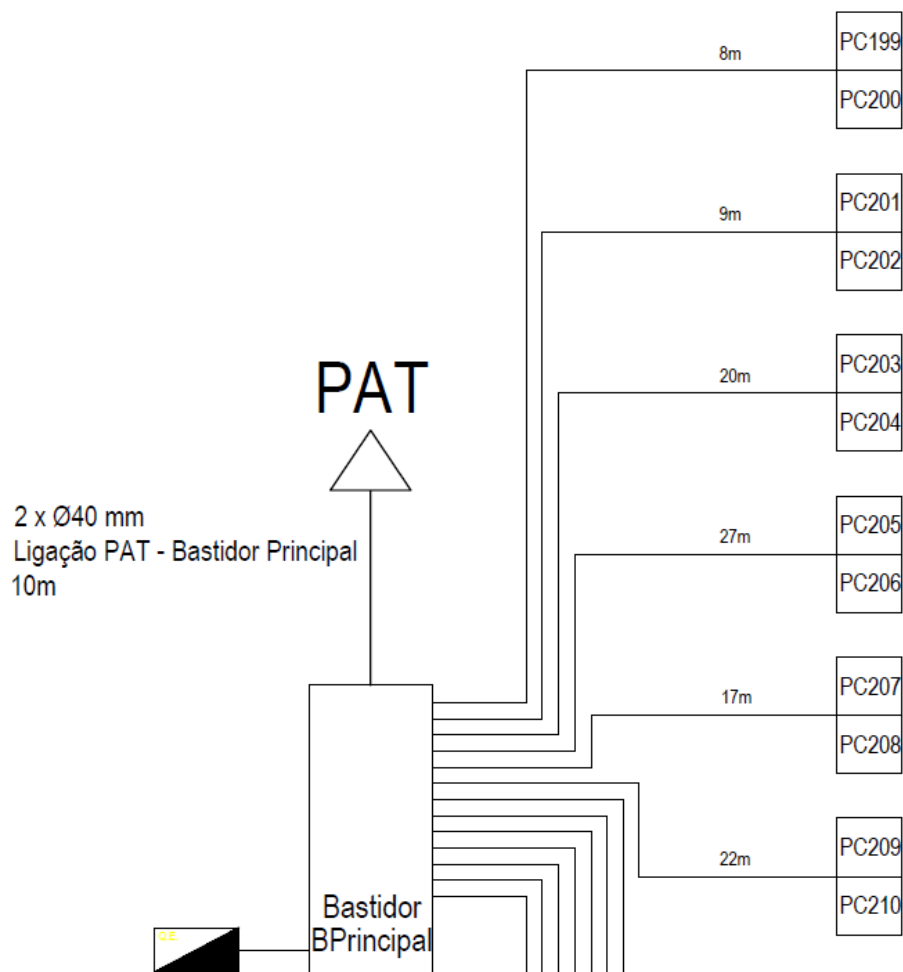


Figura 4.2 - Exemplo de parte do diagrama de tubagem desenvolvido

Uma vez definidos os esquemas e diagramas da rede de tubagens, com recurso ao software disponibilizado pela Teka Electronics (CADited/itur), destinado ao projeto, cálculo e orçamentação de redes ITED/ITUR, redes estruturadas e vídeo porteiro IP/SIP, partiu-se para o dimensionamento das diferentes redes de cablagem.

Naturalmente, o passo seguinte passou pelo tratamento de toda a informação exportada a partir do CADited/itur e pela preparação dos diferentes documentos constituintes do projeto, conforme listado na secção 4.1 do presente trabalho.

O número de tomadas, por tecnologia, a instalar no edifício a reabilitar, é o apresentado na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - N° de tomadas, por tecnologia, previstas no edifício

Distribuição de tomadas	
Tecnologia	Qtd.
Pares de cobre	275
Cabo coaxial	23
Fibra ótica	2

As fronteiras com as redes públicas de telecomunicações fazem parte da infraestrutura de telecomunicações a projetar. A ligação das fronteiras das redes de cabos da infraestrutura de telecomunicações às redes públicas é estabelecida através de cabos a que se dá o nome de cabos de entrada, cuja instalação é da responsabilidade dos prestadores de serviços de comunicações eletrónicas. Os referidos cabos de entrada utilizam as fronteiras da rede de tubagens para aceder à infraestrutura de telecomunicações do edifício. Conforme apresentado nas Figuras 4.3 e 4.4, foram consideradas as seguintes fronteiras entre o edifício a reabilitar e as redes públicas de telecomunicações [18]:

Fronteiras da rede de tubagens do edifício:

- CVM - Câmara de Visita Multioperador (fronteira subterrânea);
- PAT - Passagem Aérea de Topo (fronteira não subterrânea).

Fronteiras da rede de cabos do edifício:

- Repartidores de Cliente (RC), localizados no bastidor principal do edifício.

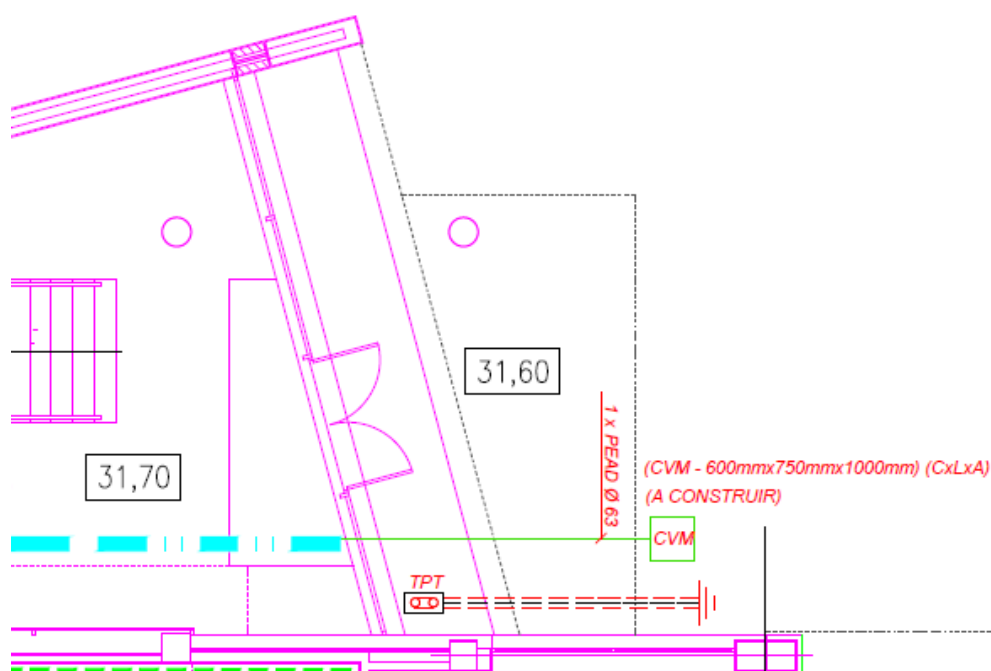


Figura 4.3 - Fronteira subterrânea da rede de tubagens - Câmara de Visita Multioperador

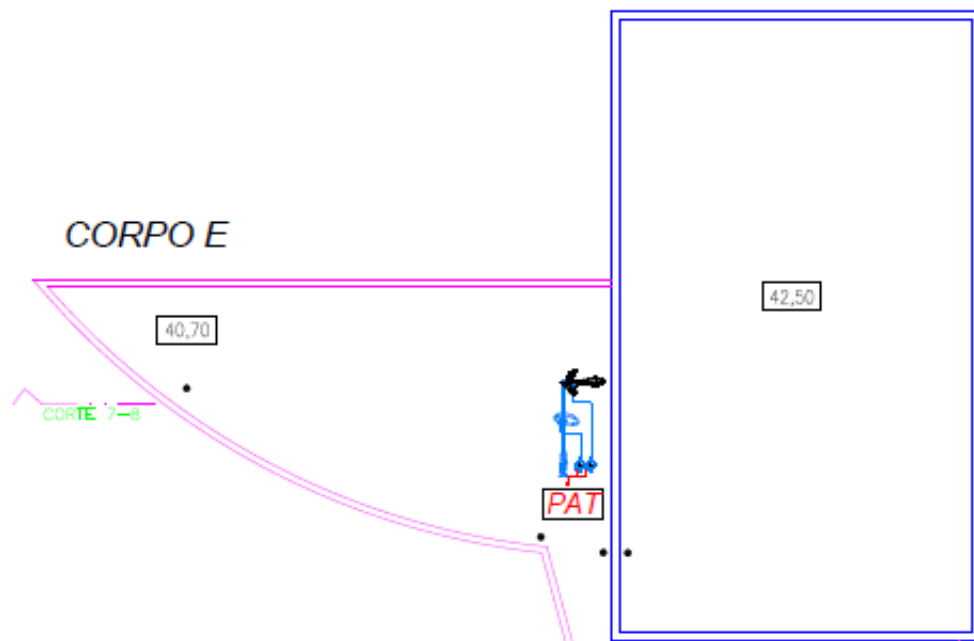


Figura 4.4 - Fronteira não subterrânea da rede de tubagens - Passagem Aérea de Topo (cobertura)

Nas secções seguintes, serão apresentados os pressupostos seguidos para dimensionamento das diferentes redes de cabos e de tubagem. De salientar que, ainda que tenham sido definidos ao longo da elaboração do projeto, equipamentos e referências de determinados fornecedores, poderão ser instalados equipamentos de outros fornecedores, desde que estes apresentem características equivalentes comprovadas.

4.2.2 Dimensionamento da Rede de Cabos

Conforme previsto no Manual ITED 4ª Edição [18], no projeto de telecomunicações desenvolvido, considerou-se que a rede individual de cabos é limitada a montante pelos painéis de bastidor dedicados a este fim, inclusive, e a jusante pelas tomadas de terminais de cliente (TT), inclusive.

Os repartidores de cliente, distribuídos em painel no bastidor principal, fazem a interligação dos cabos das redes dos operadores e individual do edifício, sendo compostos por um dispositivo primário, onde se liga a rede dos operadores, e um dispositivo secundário, onde se liga a rede individual do edifício. A tomada de cliente é o dispositivo que permite a ligação do equipamento terminal de cliente à rede de distribuição de sinais de telecomunicações.

A infraestrutura de telecomunicações do edifício é constituída pelas seguintes redes de cablagens:

- Rede de cabos de pares de cobre;

- Rede de cabos de fibras óticas;
- Rede de cabos coaxiais - Sistema CATV;
- Rede de cabos coaxiais - Sistema MATV / SMATV.

Em cumprimento do Manual ITED 4ª Edição [18], foram considerados materiais da rede de pares de cobre de categoria 6A de forma a garantir a Classe E de ligação, materiais da rede de fibras óticas de categoria OS2 e materiais da rede de cabos coaxiais que garantem a Classe TCD-C-M de ligação.

De forma a garantir uma elevada fiabilidade das comunicações no edifício foram, a partir do bastidor principal, com recurso a cabo de 8 fibras óticas, previstas ligações aos bastidores parciais. Estes bastidores parciais (5 unidades) foram estrategicamente instalados nos diferentes blocos do edifício principal e num dos blocos adjacentes, sendo que, paralelamente, e por motivos de salvaguarda futura e garantia de comunicação, foi estabelecido um anel de interligação, em cablagem de par de cobre, entre os diferentes bastidores (2 cabos de pares de cobre, por interligação, entre cada bastidor). Esta configuração pode ser consultada nos diagramas de cablagem de fibra ótica e de pares de cobre, peças desenhadas números 20 e 21, respetivamente, apresentados no Apêndice C.

4.2.2.1 Rede individual de cabos de pares de cobre

O repartidor de cliente de pares de cobre, localizado em painel no bastidor principal, é constituído pelo primário, onde termina o cabo que chega de montante, e o secundário, onde terminam os cabos provenientes das tomadas de telecomunicações de pares de cobre. Foi então estabelecido que a distribuição a partir do secundário dos painéis instalados nos diferentes bastidores, até às tomadas de cliente, será executada em estrela, com o equipamento constante da Tabela 4.2:

Tabela 4.2 - Equipamento utilizado para interligação dos diferentes bastidores às tomadas terminais (rede individual de cabos de pares de cobre)

Bastidor de Origem	Equipamento na rede	Qtd.
Bastidor Principal	Troços de Cabo Cat6a UTP - Dca	84
	Tomadas Pares de Cobre	84
Bastidor Parcial 1 (BP1)	Troços de Cabo Cat6a UTP - Dca	104
	Tomadas Pares de Cobre	104
Bastidor Parcial 2 (BP2)	Troços de Cabo Cat6a UTP - Dca	18
	Tomadas Pares de Cobre	18
Bastidor Parcial 3 (BP3)	Troços de Cabo Cat6a UTP - Dca	18

Bastidor de Origem	Equipamento na rede	Qtd.
Bastidor Parcial 4 (BP4)	Tomadas Pares de Cobre	18
	Troços de Cabo Cat6a UTP - Dca	37
	Tomadas Pares de Cobre	37
	Troços de Cabo Cat6a UTP - Dca	14
Bastidor Parcial 5 (BP5)	Tomadas Pares de Cobre	14

Todas as tomadas de par de cobre (275 tomadas) foram distribuídas nos diferentes espaços do edifício, conforme já exemplificado na Figura 4.1, na secção 4.2.1, e de acordo com o apresentado no Apêndice C, de modo a respeitar-se os pressupostos do Manual ITED 4ª Edição [18].

A rede de pares de cobre será constituída pelos seguintes elementos:

- Cabo UTP, com classe de reação ao fogo Dca, com designação “Cabo de pares de cobre U/UTP Cat6a Cu TK LSZH-500m”, referência 2902214, do fabricante Teka, ou equivalente;
- Tomada Pares de Cobre, com designação “Conector RJ45 (fêmea) Cat.6a”, referência 2901967, do fabricante TEKA, ou equivalente, para instalação em centros apropriados.

4.2.2.2 Rede individual de cabos de fibra ótica

O primário do repartidor de cliente de fibra ótica, localizado em painel no bastidor principal, é constituído por adaptadores SC/APC onde termina o cabo que chega de montante. O secundário será constituído por dois adaptadores, nos quais terminarão os dois cordões que ligam às duas tomadas óticas localizadas na Zona de Acesso Privilegiado (ZAP). Conforme referido anteriormente, a interligação entre o bastidor principal e os restantes bastidores foi estabelecida com recurso a cabos de 8 fibras óticas (ver peça desenhada número 20 no Apêndice C).

A distribuição a partir do secundário do repartidor de cliente de fibra ótica até às tomadas de cliente, foi assim estabelecida em estrela com o seguinte equipamento (Tabela 4.3):

Tabela 4.3 - Equipamento utilizado para interligação do bastidor principal às tomadas terminais de fibra ótica a instalar na ZAP (rede de individual de cabos de fibra ótica)

Bastidor de Origem	Equipamento na rede	Qtd.
Bastidor Principal	Patch Cord FO 25 m	2
	Tomada Fibra Ótica	2

A rede de fibra ótica será constituída pelos seguintes elementos:

- Patch Cord FO 25m, com designação “Cabo Drop 2FO (G.657 A - LSZH), Pré Conetorizado SC/APC (2 Lados)” e 25 m de comprimento. Patch Cord constituído por duas fibras monomodo, terminado em cada lado com conetor SC/APC. Perdas de inserção inferiores a 0,3 dB. Cabos prontos a instalar sem necessidade de qualquer tipo de conetorização em obra, com proteção tubular de modo a proteger o enfiamento, referência 2901306, do fabricante TEKA, ou equivalente;
- Cabo Monotubo Dielétrico, com designação “8FO SM OS2 (G.675 A1) – LSZH”. Cabo universal de 8 fibras monomodo, totalmente dielétrico, com diâmetro exterior de 6,1 mm e revestimento em PE/LSZH, estabilizado contra raios UV, para instalação exterior e interior, referência 2901462, do fabricante TEKA, ou equivalente;
- Tomada Fibra Ótica com designação “Alinhador de Fibra Ótica SM SC/APC”, para instalação em centros apropriados, referencia 2902218, do fabricante TEKA, ou equivalente;
- Bloqueador de Laser com designação “Bloqueador de Laser p/ Alinhador SM SC/”, referência 2902218, do fabricante TEKA, ou equivalente.

4.2.2.3 Rede Individual de Cabos Coaxiais

No que diz respeito ao repartidor de cliente de cabo coaxial, localizado em painel no bastidor principal, este será constituído por repartidores onde termina o cabo que chega de montante e onde são ligados os cabos provenientes das tomadas de telecomunicações coaxiais.

A distribuição a partir do secundário do repartidor de cliente de cabo coaxial até às tomadas de cliente e bastidores parciais, será em árvore, com o seguinte equipamento (Tabela 4.4):

Tabela 4.4 - Equipamento utilizado para interligação do bastidor principal aos bastidores parciais e às tomadas terminais coaxiais (rede individual de cabos coaxiais)

Equipamento na rede	Qtd.
Troços de Cabo Coaxial N48HV3 TK (RG6 LSZH) - Dca	8
Tomada Coaxial	23
Troços de Cabo Coaxial N76V3 TK (RG11 LSZH) - Dca	3
Repartidores	2
Derivadores	8
Amplificador de Linha TV+SAT com Retorno	3

Todas as tomadas coaxiais (23 tomadas) foram distribuídas, conforme já exemplificado na Figura 4.1, na secção 4.2.1, e de acordo com o apresentado no Apêndice C, de modo a respeitar-se os pressupostos do Manual ITED 4 [18]. Na peça desenhada número 19 disponibilizada no Apêndice C, é possível visualizar o diagrama de cablagem de CATV e S/MATV.

Os níveis das portadoras de sinal de radiodifusão sonora e televisiva medidos nas tomadas de telecomunicações, devem respeitar os limites impostos e recomendados pelo Manual ITED 4ª Edição [18], conforme apresentado na Tabela 4.5:

Tabela 4.5 - Níveis de sinais nas tomadas terminais [18]

Serviço	Modulação	Nível de Sinal na Tomada (dBμV)			
		5-862 MHz		950-2150 MHz	
		Recomendado	Limites Inferior-Superior	Recomendado	Limites Inferior-Superior
TDT (Zona digital A - DVB-T)	64 QAM-TV	55	45-74	-	-
TDT (Zona digital B - satélite - DVB-S2)	8PSK	-	-	55	47-77

Observação: Para outros sistemas deve ser consultada a norma EN 60728-1.

Com vista ao cumprimento dos limites impostos pelo Manual ITED 4ª Edição [18], foram previstos amplificadores, derivadores e repartidores, constituindo-se uma rede coaxial em árvore devidamente equilibrada, isto é, uma rede coaxial em que a tomada menos favorável e a tomada mais favorável apresentam níveis de sinal semelhantes entre si. As tabelas de cálculo e todos os diagramas de cablagem serão analisadas com maior pormenor na secção 4.2.5.

Note-se, que uma vez que no edifício em estudo não se verifica a existência de uma rede coletiva, os cálculos para os sistemas de CATV e S/MATV são idênticos e, por isso, apenas serão apresentados uma vez (Apêndice C).

A rede coaxial será constituída pelos seguintes elementos:

- Cabo Coaxial com designação “Cabo Coaxial N48HV3 TK (RG6 LSZH)”, com 250 m e classe de reação ao fogo Dca, referência 2901409, do fabricante Teka, ou equivalente;
- Cabo Coaxial com designação “N76V3 TK (RG11 PE LSZH c/ Gel)”, com 250 m, referência 290896, do fabricante Teka, ou equivalente;

- Tomada Coaxial com designação “Tomada (TV/R, SAT)”, para instalação em caixa de aparelhagem, com frequência de trabalho de 5 a 2400 MHz, referência 290575, do fabricante TEKA ou equivalente;
- Amplificador de linha com designação “Amplificador de linha para as bandas de TV e Satélite com retorno (5-65 MHz) passivo”, referência 2901075, do fabricante TEKA ou equivalente;
- Repartidor de Interior 4 vias, 2,4 GHz, com designação “Repartidor com portas F de 4 vias para utilização nas redes SMATV”, referência 290535, do fabricante TEKA ou equivalente;
- Derivador de Interior 4 vias, 12 dB, 2,4 GHz, com designação “Derivador de 4 vias, Classe A, com portas F para utilização nas redes SMATV”, referência 290545, do fabricante TEKA ou equivalente;
- Derivadores de Interior 4 vias, 15 dB, 2,4 GHz, com designação “Derivador de 4 vias, Classe A, com portas F para utilização nas redes SMATV”, referência 290546, do fabricante TEKA ou equivalente;
- Derivadores de Interior 4 vias, 20 dB, 2,4 GHz, com designação “Derivador de 4 vias, Classe A, com portas F para utilização nas redes SMATV”, referência 290547, do fabricante TEKA ou equivalente;
- Amplificador Monocanal com designação “MTK Duplo Programável - UHF (Analógico/Digital)”, referência 2901329, do fabricante Teka, ou equivalente;
- Amplificador Multibanda com designação “MTK (FM, VHF, UHF)”, referência 2901330, do fabricante Teka, ou equivalente.

4.2.3 Dimensionamento da Rede de Tubagens

Entende-se por rede de tubagens, o sistema de condutas, caminhos de cabos, calha técnica, caixas e armários, destinados à passagem, alojamento e terminação dos cabos, com vista a facilitar o seu enfiamento ou aposição e interligação.

A rede individual de tubagens é limitada a montante pela CVM e PAT, fronteira subterrânea e não subterrânea, respetivamente, e termina nas caixas de aparelhagem que servem o edifício. A partir da análise dos elementos construtivos do edifício, tendo em consideração a constituição do edifício, e na tentativa de se minimizarem os trabalhos de abertura de roços, optou-se por recorrer à instalação de calha técnica à vista e caminhos de cabos, também à vista ou camuflados em tetos falsos. O traçado de caminhos de cabos, conforme exemplificado com recurso ao traçado azul na Figura 4.1 e apresentado nas peças desenhadas disponibilizadas no Apêndice C, foi estrategicamente localizado, maioritariamente em zonas de passagem, com vista a possibilitar a interligação entre os diferentes bastidores previstos para o edifício e

a derivação para os traçados de calha técnica (traçado a verde na Figura 4.1) a instalar em rodapé no interior dos diferentes espaços.

O dimensionamento da rede de tubagem respeita a distância de separação entre cablagem de telecomunicações e da rede de energia elétrica prevista no Manual ITED 4ª Edição e foi efetuado com recurso à ferramenta de dimensionamento “U Sizing Tool” disponibilizada pelo fabricante UNEX (Figura 4.5).

Figura 4.5 - Ferramenta UNEX utilizada para dimensionamento da rede de tubagem

4.2.3.1 Rede Individual de Tubagens

Na Tabela 4.6, em conformidade com o exposto no Apêndice C, é apresentado o dimensionamento das tubagens a considerar no edifício.

Tabela 4.6 - Rede individual de tubagens dimensionada para o edifício

Tubagens	
Descrição	Dimensões
Ligação CVM - Bastidor Principal	1 x PEAD 63Ø mm (Exterior) 1 x VD 63Ø mm (Interior) - A instalar paralelamente ao caminho de cabos 100x400 - Caminho de cabos 100x400 (Interior)
Ligação Bastidores - TT	- Caminho de cabos 100x400 - Calha Técnica 150x50

Tubagens

Descrição	Dimensões
Ligação Edifícios Adjacentes	• 4 tubos corrugados 110Ø mm

Na Tabela 4.7, são apresentadas as dimensões dos armários e caixas a instalar no edifício.

Tabela 4.7 - Dimensionamento de armários e caixas a instalar no edifício

Armários e caixas

Descrição	Dimensões
Bastidor Principal	800x800x2000 mm
Bastidor Parcial 1	600x600x1600 mm
Bastidor Parcial 2	600x600x770 mm
Bastidor Parcial 3	600x400x500 mm
Bastidor Parcial 4	600x600x770 mm
Bastidor Parcial 5	600x400x500 mm
Caixa Aparelhagem - Tomadas de Par de Cobre	Dimensões para instalação em calha
Caixa Aparelhagem – Tomadas Coaxiais	Dimensões para instalação em calha
Caixa Aparelhagem - Tomada Fibra Ótica	Dimensões para instalação em calha
Câmara de Visita Multioperador	600x750x1000 mm
Caixa de Passagem Exterior	600x750x1000 mm
Caixa de Passagem Interior Saliente	275x325x120 mm

A rede de tubagens será constituída pelos elementos apresentados na Tabela 4.7, garantindo-se as especificações mínimas apresentadas de seguida. A localização aproximada das caixas, comprimentos de tubagem previstos e pormenores de execução do traçado, poderão ser visualizados no Apêndice C:

- Bastidor Principal - Bastidor de pavimento de 19”, de design robusto, para uso profissional, referência 2901054, do fabricante Teka, ou equivalente, com as dimensões apresentadas na Tabela 4.7. A vista frontal do bastidor principal é apresentada na Figura 4.6;

- Bastidor Parcial 1 - Bastidor de pavimento de 19", de design robusto, para uso profissional, referência 2901197, do fabricante Teka, ou equivalente, com as dimensões apresentadas na Tabela 4.7. A vista frontal do bastidor parcial 1 é apresentada na Figura 4.7;
- Bastidor Parcial 2 - Bastidor mural de 19", de design robusto, para uso profissional, referência 2901191, do fabricante Teka, ou equivalente, com as dimensões apresentadas na Tabela 4.7. A vista frontal do bastidor parcial 2 é apresentada na Figura 4.8;
- Bastidor Parcial 3 - Bastidor mural de 19", de design robusto, para uso profissional, referência 2901278, do fabricante Teka, ou equivalente, com as dimensões apresentadas na Tabela 4.7. A vista frontal do bastidor parcial 2 é apresentada na Figura 4.9;
- Bastidor Parcial 4 - Bastidor mural de 19", de design robusto, para uso profissional, referência 2901191, do fabricante Teka, ou equivalente, com as dimensões apresentadas na Tabela 4.7. A vista frontal do bastidor parcial 4 é apresentada na Figura 4.8;
- Bastidor Parcial 5 - Bastidor mural de 19", de design robusto, para uso profissional, referência 2901278, do fabricante Teka, ou equivalente, com as dimensões apresentadas na Tabela 4.7. A vista frontal do bastidor parcial 5 é apresentada na Figura 4.9;
- Câmara de Visita Multioperador (CVM) - Caixa com dimensões 600 mm x 750 mm x 1000 mm (CxLxA), a construir no local, com tampa equipada com dispositivo de fecho e Classe D400, para interligação às redes de operador;
- Caixa de Passagem de Pavimento - Caixa com dimensões 600 mm x 750 mm x 1000 mm (CxLxA), a construir no local, com tampa equipada com dispositivo de fecho e Classe D400, para facilitar o enfiamento de cabos;
- Caixa de Passagem Interior Saliente (CP) - Caixa com dimensões 275 mm x 325 mm x 120 mm (LxAxP), de instalação saliente, referência 00087412, do fabricante Quitérios, ou equivalente;
- Tomadas Terminais - Tomadas terminais e acessórios constituídos por material UNEX, Efapel e TEKA, conforme apresentado nas peças desenhadas e mapa de medições do projeto;
- Ligação desde os Bastidores às tomadas terminais - Realizada com recurso a calha técnica e caminhos de cabos do fabricante UNEX, ou equivalente, conforme apresentado nas peças desenhadas disponibilizadas no Apêndice C e de acordo com as especificações técnicas apresentadas no Apêndice D.

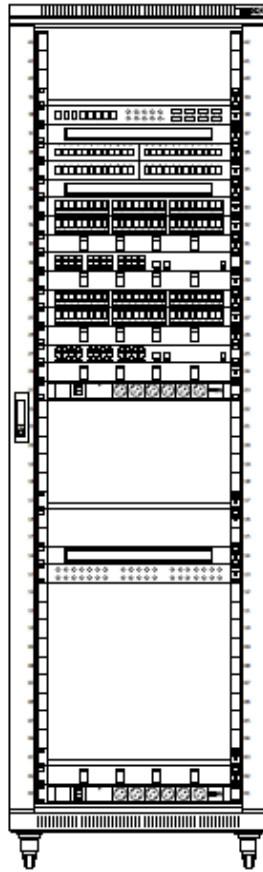


Figura 4.6 - Vista frontal do bastidor principal previsto para o edifício

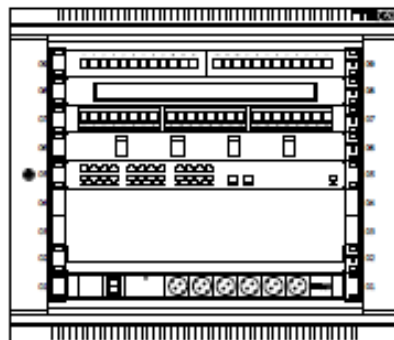


Figura 4.7 - Vista frontal do bastidor parcial 1 previsto para o edifício

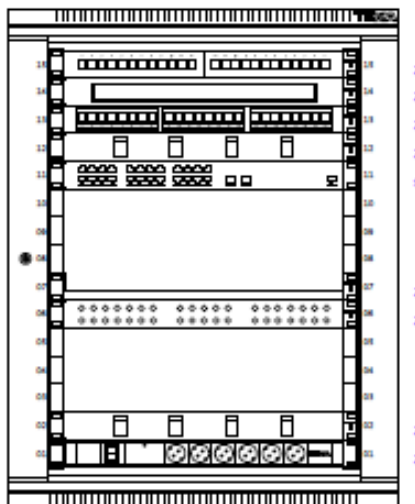


Figura 4.8 - Vista frontal dos bastidores parciais 2 e 4 previstos para o edifício

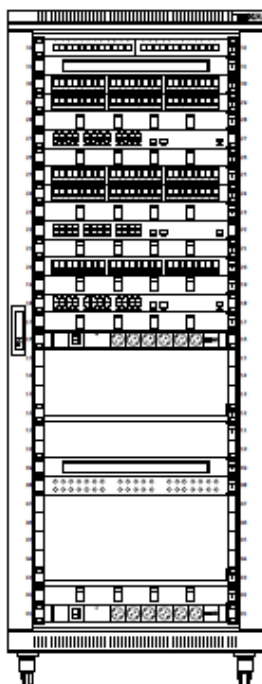


Figura 4.9 - Vista frontal dos bastidores parciais 3 e 5 previstos para o edifício

4.2.5 Instalação Elétrica e Terra de Proteção

A necessidade de alimentação elétrica, proteção e ligação à terra da infraestrutura de telecomunicações do edifício, requer a seguinte instalação:

- Todos os bastidores serão equipados com tomadas elétricas com terra, devidamente protegidas por um aparelho diferencial e respetivo disjuntor, localizados no quadro elétrico de origem do circuito;
- Os circuitos de tomadas previstos em cada um dos bastidores de telecomunicações serão executados com cabo XV 3G2,5 mm², providos de condutor de proteção de cor verde/amarelo.

Em relação às proteções de terra, requer-se a seguinte instalação:

- Os barramentos dos bastidores serão ligados aos componentes metálicos das caixas, aos derivadores e repartidores das redes de cabos coaxiais, às partes metálicas dos dispositivos de derivação da rede de pares de cobre e aos equipamentos ativos que se instalam nele;
- O Barramento de terras do bastidor principal (BGT), conforme apresentado na peça desenhada nº 24 do Apêndice C, será ligado através de um condutor de 35 mm² de secção ao Terminal Principal de Terras (TPT) do edifício, a partir do qual é efetuada a ligação ao eletrodo de terra de proteção;
- Os Barramentos de terras dos bastidores parciais serão ligados através de um condutor de 25 mm² de secção ao barramento de terras do bastidor principal (BGT) (Apêndice C);
- O descarregador de sobretensões para cabos coaxiais (DST), será ligado à terra e diretamente ao mastro das antenas, através de um condutor de 10 mm² de secção (Apêndice C);
- As tubagens metálicas serão ligadas à terra através de um condutor de terra de 2,5 mm² de secção;
- As massas dos equipamentos e dispositivos coaxiais serão ligadas à terra através de condutores de terra com 1,5 mm² de secção;
- No interior das caixas, armários e bastidores, as ligações dos dispositivos aos barramentos de terra serão realizadas em estrela, através de condutores de terra de 1,5 mm² de secção;
- As ligações de terra serão realizadas com condutores H07V, com isolamento de cor verde/amarelo.

4.2.6 Cálculo das Redes

Nesta secção são apresentados os cálculos das redes de fibra ótica e coaxial, elaborados com recurso ao software CADited/itur.

Na Tabela 4.8, são exibidos os cálculos relativos às redes de fibra ótica, nomeadamente os cálculos de atenuação para os comprimentos de onda de 1310 nm e 1550 nm. Para ambos os comprimentos de onda, verifica-se que os valores de atenuação são inferiores ao valor de 1,62 dB definidos no Manual ITED 4ª edição [18] como valor máximo para a ligação permanente (valor máximo aplicável a comprimentos de cabo de fibra ótica do tipo OS2, até 300 m).

Tabela 4.8 - Cálculos da rede de fibra ótica

Fração		Ref. Cabo	Alp [dB]		
			Comp. Cabo [m]	1310 [nm]	1550 [nm]
ATI - Bastidor Principal	ATI - FO1-ZAP, FO2-ZAP	2901306	25,00	0,6100	0,6075
	ATI - BP1	2901462	52,00	0,7224	0,7168
	ATI - BP4	2901462	58,00	0,7248	0,7186
	ATI - BP2	2901462	73,00	0,7308	0,7231
	ATI - BP5	2901462	175,00	0,7716	0,7537
	ATI - BP3	2901462	132,00	0,7544	0,7408

No que diz respeito aos cálculos da rede coaxial, estes são apresentados no Apêndice E, com identificação das respetivas tomadas terminais mais e menos favoráveis. A partir da análise dos resultados obtidos, verifica-se, uma vez mais, o inteiro cumprimento do regulamento e a garantia da classe de ligação TCD-C-M, com valores de Atenuação e Slope, para cada ligação permanente, inferiores aos definidos na tabela 6.9 do Manual ITED 4ª edição [18].

No Apêndice E, para cada tomada terminal, para além dos ganhos dos amplificadores e da compensação de slope, é apresentado, para as frequências de 47 MHz, 862 MHz, 950 MHz e 2150 MHz, o somatório da atenuação das diferentes ligações permanentes ($\sum ALP$) e o respetivo somatório de slope ($\sum SlopeLP$). É igualmente apresentado no Apêndice E, para cada tomada terminal coaxial e para as frequências supracitadas, o somatório das atenuações dos dispositivos de derivação ($\sum ADR$), a atenuação do respetivo cabo ($\sum Acabo$), a atenuação dos conectores ($\sum Ac$), e a atenuação da tomada terminal ($\sum ATT$). Por último, foi então possível apurar, para cada tomada terminal coaxial, os valores de atenuação (AL) e slope ($SlopeL$) da ligação total (Apêndice E), identificando-se, para cada frequência em análise, a respetiva tomada mais e menos favorável. Todos os valores são apresentados em decibel (dB).

Os níveis de sinal a fornecer pelo Sistema de Antenas, obtidos com recurso ao software CADited/itur, são os apresentados na Tabela 4.9, em que:

- $S_{CR\ Min}$ representa o nível mínimo de sinal à saída da cabeça de rede (CR) (dB μ V);
- $S_{CR\ Max}$ representa o nível máximo de sinal à saída da cabeça de rede (CR) (dB μ V);
- $S_{TT\ Min}$ representa o nível mínimo de sinal admissível na saída da tomada terminal (TT) (dB μ V);
- $S_{TT\ Max}$ representa o nível máximo de sinal admissível na saída da tomada terminal (TT) (dB μ V).

Tabela 4.9 - Níveis de sinal a fornecer pelo sistema de antenas

Níveis de sinal a fornecer pelo Sistema de Antenas (dB μ V)		
	DVB-T	DVB-S/S2
SCR Min (862 MHz)	60,7	-
SCR Max (48 MHz)	83,6	-
SCR Min (2150 MHz)	-	68,6
SCR Max (950 MHz)	-	83,4
STT Min (862 MHz)	45	-
STT Max (48 MHz)	74	-
STT Min (2150 MHz)	-	47
STT Max (950 MHz)	-	77

Recorrendo aos resultados apresentados no Apêndice E e Tabela 4.9, um eventual operador de telecomunicações conseguirá, com facilidade, definir os níveis de sinal a fornecer ao edifício, com vista a garantir nas tomadas terminais, um nível de sinal aproximado do recomendado pelo Manual ITED 4^a edição (55 dB).

Nas peças desenhadas números 19, 20 e 21 disponibilizadas no Apêndice C, são apresentados os diagramas de cablagem das redes coaxiais, de fibra ótica e de pares de cobre, respetivamente, obtidos com recurso ao software CADited/itur. Estes diagramas contêm informação muito relevante para a entidade executante, nomeadamente, pormenores de ligações, referências dos equipamentos, resultados de cálculos e comprimentos de cablagem.

5 OPORTUNIDADES DE RACIONALIZAÇÃO DE CONSUMOS, MELHORIA E REMODELAÇÃO DAS INSTALAÇÕES

Os consumos energéticos identificados por auditoria e análise de faturação, a partir dos perfis de utilização do edifício, sugerem a aplicação de medidas de racionalização, com o objetivo de reduzir os custos com a faturação energética e as emissões de Gases com Efeito de Estufa. Paralelamente, identifica-se a necessidade de substituição de equipamentos e a necessidade de melhoria e de remodelação das instalações, com vista ao incremento da eficiência energética do edifício e consequente melhoria do conforto dos seus ocupantes e aumento da produtividade dos serviços municipais.

Ao longo do presente capítulo são apresentadas as diversas oportunidades de racionalização de consumos identificadas, bem como as propostas de substituição de equipamentos, de melhoria e de remodelação do edifício da Casa Municipal da Proteção Civil e Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra, incluindo os investimentos e os respetivos períodos de retorno associados.

5.1 Iluminação

Atualmente, a iluminação artificial não apresenta como único objetivo possibilitar a visão em locais com reduzida iluminação natural. Existem diversos estudos científicos que relacionam o rendimento dos utilizadores de um espaço com o desempenho do sistema de iluminação [28]. Ora, esta relação tem especial relevância em edifícios de serviços, uma vez que uma iluminação artificial adequada diminui a fadiga, influencia a motivação dos trabalhadores, reduz a probabilidade de erro ou acidente, contribuindo para uma melhoria do ambiente de trabalho, da produtividade e da saúde.

O nível e a qualidade de iluminação necessários dependem da natureza da tarefa a realizar, do ambiente onde a atividade é desenvolvida e da acuidade visual de cada trabalhador. O aumento da qualidade das condições de iluminação nem sempre está relacionado com a quantidade de luminárias existente nos espaços, sendo de especial importância, o uso eficaz da luz natural, o reposicionamento relativo entre os pontos de luz e a correta utilização da reflexão da luz nas superfícies do ambiente [28].

Com vista a garantir-se a adequabilidade da iluminação artificial à realização de uma tarefa pelo ser humano, é essencial que cada instalação seja antecedida por um projeto luminotécnico elaborado por profissional, desenvolvido em função da área a ser iluminada, respeitando-se a normalização em vigor. Para efeitos de projeto luminotécnico, deverão ser consideradas as seguintes grandezas e parâmetros que permitem avaliar a iluminação, nomeadamente: o fluxo luminoso, a intensidade luminosa, a iluminância e a luminância. O rendimento luminoso, a temperatura de

cor, o índice de restituição de cores e a duração de vida são parâmetros luminotécnicos que permitem a comparação de diferentes fontes de iluminação.

O projeto e a implementação de uma instalação luminotécnica devem ter em conta a área a ser iluminada e contribuir para a adequabilidade da iluminação artificial à realização de uma tarefa pelo ser humano. Existem determinados parâmetros relacionados com a perceção visual humana, cujo entendimento, é essencial à garantia da qualidade da luz num determinado espaço. Esses parâmetros são: o nível de iluminação, a distribuição da luminosidade ao campo de visão, a ausência de encadeamento, a direção do fluxo luminoso e sombras, a cor da luz, a aparência de cor e a reprodução de cor.

Em síntese, a forma como os objetos e superfícies que nos rodeiam no dia a dia são vistos depende diretamente da componente espectral da luz emitida pelas fontes de iluminação. Os projetos de iluminação, mas também as atividades diárias desenvolvidas deverão ter em consideração o tipo de fontes de iluminação utilizados, os objetos e superfícies a ser iluminados e o tipo de aplicação prática, sob pena do efeito pretendido não ser atingido [29].

De acordo com a informação apresentada na secção 3.1.2, a iluminação instalada no edifício em estudo contribui com cerca de 10,7% do consumo elétrico total. Analisada a solução atualmente instalada no edifício, identificou-se como solução de poupança energética, mas também como solução de melhoria das condições de iluminação dos diferentes espaços existentes, a substituição de luminárias e lâmpadas por luminárias mais económicas, com tecnologia LED. Para efeitos de cálculos, foi considerado, em termos de iluminação interior, o estudo luminotécnico fornecido pela empresa Katoa. Não foram consideradas no estudo desenvolvido as luminárias exteriores e luminárias de presença, uma vez que estas não têm impacto significativo nos consumos globais e no conforto dos espaços.

Na Figura 5.1 é apresentado um exemplo de distribuição de luminárias em alguns espaços do edifício, de acordo com o estudo luminotécnico desenvolvido. No Anexo A, são apresentadas as fichas técnicas das luminárias consideradas no referido estudo.

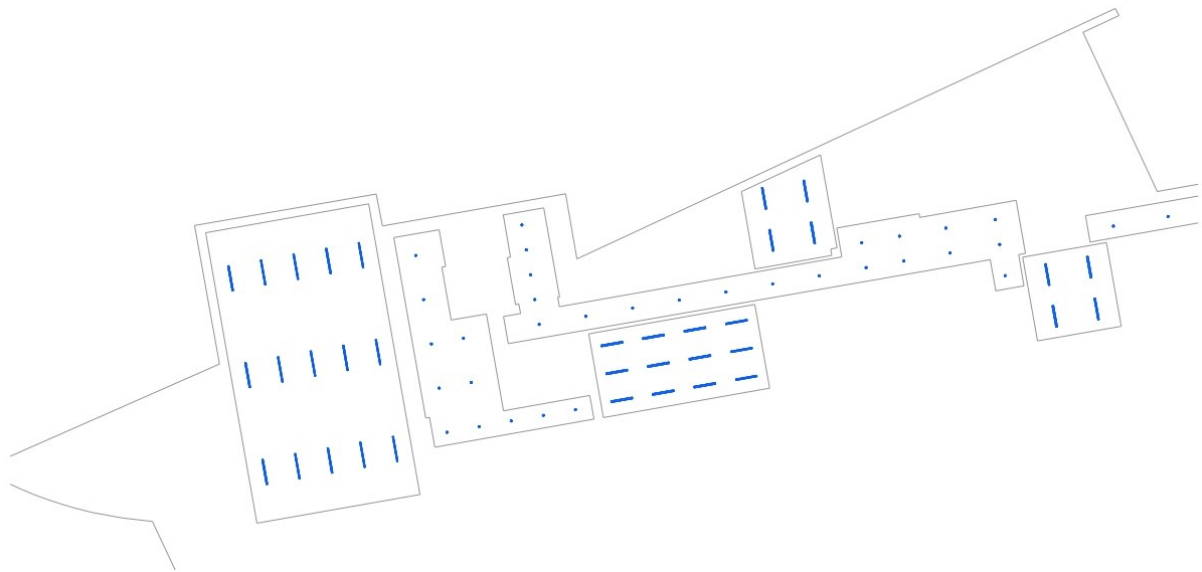


Figura 5.1 - Exemplo de distribuição de luminárias considerada no estudo luminotécnico desenvolvido pela empresa Katoa

A medida apresentada permite uma redução de consumo, em condições normais de utilização, de cerca de 1 672 kWh/ano e envolve um custo de investimento de 37 260 € e uma poupança anual estimada de 418 €. Com o intuito de facilitar a avaliação da viabilidade do investimento, optou-se por determinar o período necessário para recuperação do capital investido, recorrendo-se ao cálculo do Período de Retorno Simples (PRS) do investimento, dado por:

$$PRS = \frac{CI}{PA} \quad (5.1)$$

em que: CI é o custo de investimento associado à medida a implementar e PA é a poupança anual alcançada com a solução.

Conforme apresentado na Tabela 5.1, o PRS obtido é superior a 15 anos.

Tabela 5.1 - Período de retorno simples do investimento inerente à substituição de luminárias interiores do edifício

Medida	Poupança Energética [kWh/ano]	Poupança Económica [€/ano]	Custo de Investimento [€]	PRS [anos]
Iluminação – Substituição de luminárias (tecnologia LED)	1 672	418	37 260	Superior a 15 anos

Em complemento à solução apresentada, fará todo o sentido a instalação de detetores de presença nas instalações sanitárias, em balneários, zonas de passagem e aparcamentos, o que permitirá o controlo automático da iluminação naqueles espaços. Esta medida adicional contribuirá para a redução dos períodos de funcionamento desses equipamentos e para o consequente aumento do seu tempo de vida útil, redução de consumos e redução da faturação energética.

Outra medida adicional a ser equacionada, consistirá na substituição dos projetores exteriores utilizados na iluminação do átrio principal e recinto exterior, por outros, de tecnologia LED. A instalação de células crepusculares, em complemento aos interruptores horários existentes, permitirá que a iluminação exterior funcione exclusivamente em caso de necessidade, isto é, após ausência de iluminação natural, contribuindo para o incremento da eficiência energética e para a redução de consumos e da faturação energética do edifício.

5.2 Sistema de Aquecimento Central e Águas Quentes Sanitárias

Relativamente ao sistema de aquecimento central e à produção de águas quentes sanitárias, conforme referido nas secções 2.6.1 e 2.6.10, respetivamente, os consumos energéticos são, na sua grande maioria, relacionados com o consumo de gás natural nas caldeiras para produção de água quente, mas também relacionados com o consumo de energia elétrica das unidades de termoventilação, unidades de tratamento de ar, eletrobombas circuladoras e termoacumuladores.

Tendo em consideração que o consumo de gás natural nas caldeiras tem um impacto significativo na faturação energética do edifício, existindo atualmente, no mercado, tecnologia mais eficiente, com menores impactos ambientais, e uma vez que o edifício em estudo apresenta potencial para implementação de um sistema fotovoltaico para produção de energia elétrica para autoconsumo, propõe-se que a produção de água quente para aquecimento central, mas também para outros usos, passe a ser produzida com recurso a tecnologia de bomba de calor.

A instalação deverá compreender a intervenção na central térmica do edifício, nomeadamente com a interligação do sistema à rede hidráulica existente, considerando-se a necessidade de fornecimento dos seguintes equipamentos e trabalhos:

- Instalação de cinco bombas de calor de alto rendimento, com a potência total de 135 kW, para aquecimento de águas quentes de climatização e sanitárias;
- Instalação de depósito de inércia;
- Tubagem e acessórios necessários para receber as bombas de calor e demais equipamentos;
- Alteração da instalação elétrica;

- Fornecimento e montagem de equipamentos de medição de energia térmica nos pontos de produção.

A solução proposta, baseia-se num modelo “pay per use”, apresentado pela empresa Energyco, amplamente utilizado em países nórdicos, que permitirá à entidade gestora do edifício, neste caso, o Município de Coimbra, obter água quente, como um serviço, sem qualquer investimento inicial. No que diz respeito à solução proposta, consideram-se as seguintes principais vantagens:

- Ausência de investimento inicial - O fornecimento e a instalação do equipamento são da responsabilidade da empresa prestadora de serviços;
- Água quente como um serviço - A entidade exploradora (Município de Coimbra) apenas pagará pela água quente que utilizar;
- Transferência do risco do capital para a empresa prestadora de serviços - Uma vez que não existe investimento inicial, o risco do capital é reduzido para a entidade exploradora;
- Ausência de custos de manutenção preventiva e corretiva - A responsabilidade pela manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos é transferida para a empresa prestadora de serviços, garantindo-se assim o correto funcionamento do sistema;
- Otimização do processo produtivo - A empresa prestadora de serviços garantirá que o processo produtivo se encontra totalmente otimizado;
- Melhoria da eficiência energética do edifício - A solução proposta, baseando-se num sistema de bomba de calor com um coeficiente de performance (COP) estimado de 250%, contribuirá para a melhoria da eficiência energética do edifício.
- Assistência técnica permanente - Encontra-se previsto um serviço de assistência técnica permanente, 24 horas por dia, de modo a garantir o correto funcionamento do sistema, sem interrupções.

Na Tabela 5.2, apresentam-se os custos estimados com gás natural e manutenção, associados ao sistema atual e com a nova solução proposta.

Tabela 5.2 - Custos com gás natural e manutenção (solução atual vs solução proposta)

Custos de Gás Natural e Manutenção	Custo por MWh [€/MWh]	Custos anuais [€/ano]
Solução Atual	225,77	66 162
Solução Proposta	145,84	42 738

A partir da análise dos resultados constantes da Tabela 5.2 e estimando-se uma necessidade de energia térmica para o edifício de cerca de 293,05 MWh/ano, conclui-se que com a nova solução proposta seja atingida uma poupança de 23 424 €/ano, num total de 234 240 € no final do prazo de vigência previsto para o contrato (10 anos - 35,4% de poupança).

Na Figura 5.2 apresenta-se um gráfico com a evolução estimada de gastos ao longo de 10 anos, considerando-se o cenário atual e o cenário com a nova solução de bomba de calor, a fornecer pela empresa Energyco. Na Figura 5.3 apresentam-se gráficos comparativos dos dois cenários.

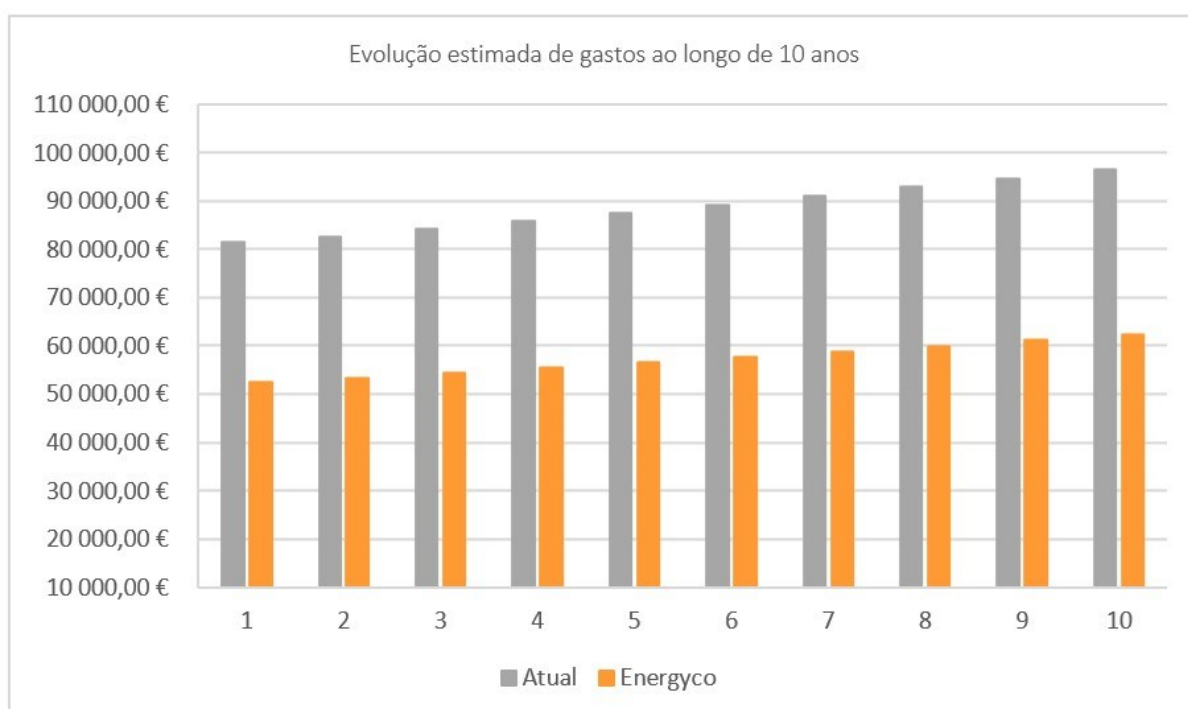


Figura 5.2 - Evolução estimada de gastos ao longo de 10 anos (solução atual vs solução proposta)

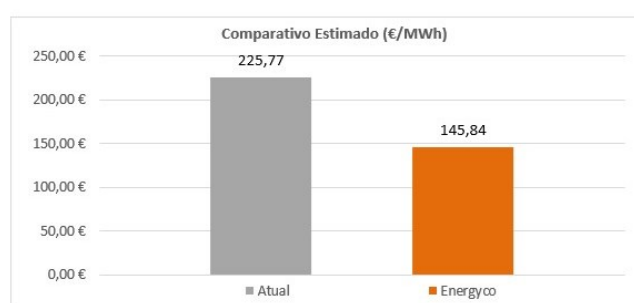
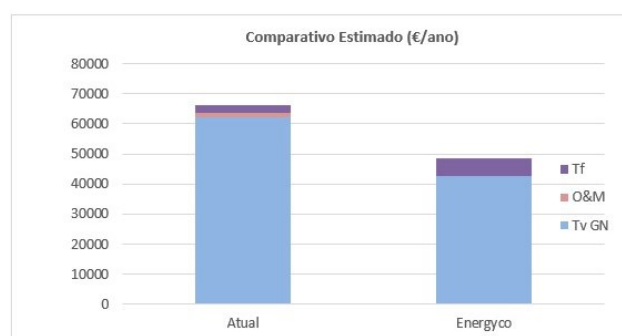


Figura 5.3 - Comparativo de custos anuais e custos por MWh (solução atual vs solução proposta). Tf - termo fixo do custo de energia; TV GN - termo variável do custo de energia; O&M - custos de operação e manutenção

Conforme referido na presente secção, toda a instalação é propriedade da empresa instaladora e terá um valor estimado, à data, de 130 906 €. No entanto, o Município de Coimbra, poderá optar pela aquisição do equipamento após o 3º ano de consumo, considerando-se, para tal, os valores estipulados na Tabela 5.3.

Tabela 5.3 - Valores de aquisição do equipamento após o 3º ano de consumo

Valor de Aquisição do Equipamento [€]	
Ano 1	-
Ano 2	-
Ano 3	71 257,11
Ano 4	62 243,08
Ano 5	54 369,33
Ano 6	47 491,61
Ano 7	41 483,92
Ano 8	36 236,21
Ano 9	31 652,33
Ano 10	27 648,31

5.3 Instalação de Sistema de Gestão de Energia (GT/GTC)

A implementação de um Sistema de Automatização e Controlo de Edifícios (SACE), permitirá a monitorização e controlo do aquecimento, do arrefecimento, da iluminação e da produção de AQS, garantindo-se uma maior eficácia térmica e energética do edifício. De facto, de acordo com o quadro legislativo atual, nomeadamente, o Decreto-Lei nº 101-D/2020 de 7 de dezembro, e a Portaria nº 138-1/2021, de 1 de julho, o tipo de SACE a prever nos edifícios de comércio e serviços, quer estes sejam novos ou sujeitos a grande intervenção, deve ser implementado em função da potência nominal global do edifício. Uma vez que a potência nominal global do edifício em estudo é superior a 290 kW, tendo em consideração o exposto na tabela 27, inserida na alínea a) do ponto 6.1 do Anexo II da Portaria nº 138-I/2021, de 1 de julho, resulta que é obrigatória a elaboração de um projeto autónomo do Sistema de Gestão Técnica Centralizada. O artigo 13º do Decreto-Lei nº 101-D/2020 de 7 de dezembro, refere ainda, que até 31 de dezembro de 2025, devem instalar os SACE, todos os edifícios de comércio e serviços que disponham de sistemas de aquecimento ou de sistemas de arrefecimento ou de sistemas combinados de aquecimento e ventilação ou de sistemas combinados de arrefecimento e ventilação com uma potência nominal global igual ou superior a 290 kW [19].

A implementação de um SACE no edifício em estudo permite uma redução de consumo estimada de 32 121 kWh/ano, uma poupança anual estimada de 15 921 €, e acarreta um custo de investimento de 24 903 €. O período de retorno simples do investimento, conforme evidenciado na Tabela 5.4, é de 1,6 anos.

Tabela 5.4 - Período de retorno simples do investimento inerente à instalação de sistema de gestão de energia no edifício

Medida	Poupança Energética [kWh/ano]	Poupança Económica [€/ano]	Custo de Investimento [€]	PRS [anos]
Instalação de Sistema de Gestão de Energia	32 121	15 921	24 903	1,6

5.4 Substituição de Caixilharia e Vidros

A presente medida tem como principal objetivo a substituição dos vãos envidraçados exteriores (Apêndice B) por uma solução alternativa, com vista à redução das necessidades energéticas de aquecimento e arrefecimento, contribuindo para a redução dos consumos dos sistemas de climatização e para a melhoria do conforto dos utilizadores do edifício.

Considerou-se assim a implementação de envidraçados de caixilharia metálica pelo exterior e PVC pelo interior, com vidro duplo com fator solar máximo de 0,47, admitindo-se um coeficiente de transmissão térmica de 1,1 W/m²K. Na Figura 5.4 apresenta-se um exemplo de um vão a substituir no edifício.

Prevê-se a substituição de uma área de 477 m² de envidraçados em espaços aquecidos, estimando-se um custo de investimento de 270 317 € e uma poupança anual de 5 685 €. O período de retorno simples do investimento, é superior a 15 anos (Tabela 5.5):

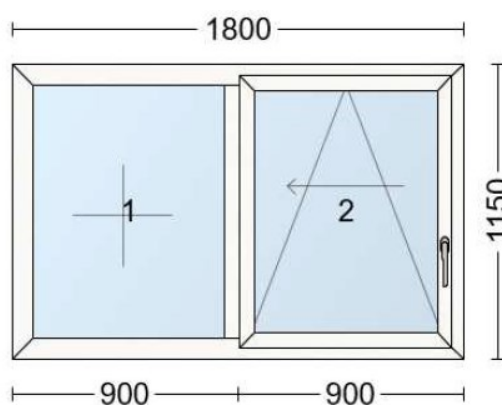


Figura 5.4 - Exemplo de vão envidraçado a substituir no edifício

Tabela 5.5 - Período de retorno simples do investimento inerente à substituição de caixilharia e vidros no edifício

Medida	Poupança Económica [€/ano]	Custo de Investimento [€]	PRS [anos]
Substituição de Caixilharia e Vidros	5 685	270 317	Superior a 15 anos

5.5 Sistema Fotovoltaico para Produção de Energia Elétrica

Energia Solar

A energia solar proveniente da luz ou do calor do Sol pode ser transformada com recurso a dois principais métodos: a) solar fotovoltaico; b) solar térmico.

De forma genérica, os sistemas de solar fotovoltaico permitem a conversão de radiação solar diretamente em eletricidade com recurso a células constituídas por material semicondutor (na maioria das aplicações é utilizado o silício). Por sua vez, os sistemas de solar térmico permitem a conversão da radiação solar em calor que será transferido para um fluido.

A energia solar é um recurso inesgotável, existente em abundância em praticamente todo o planeta Terra. Portugal destaca-se como sendo um dos países europeus com maior tempo de exposição solar registando-se valores médios anuais na ordem das 8h/dia com receção superior a 1 200 W/m². A energia solar diária recebida em Portugal corresponde, em média, a cerca de 430 000 GWh.

De entre as diversas vantagens associadas à energia solar, destacam-se as seguintes:

- a) É uma energia sustentável, sem emissão de Gases com Efeito de Estufa;
- b) Os painéis fotovoltaicos exigem pouca manutenção;
- c) Os painéis fotovoltaicos são de fácil instalação;
- d) O preço dos sistemas fotovoltaicos tem vindo a diminuir com o aumento da procura e com o amadurecimento da tecnologia, perspetivando-se a continuação dessa tendência;
- e) Os sistemas de produção com recurso a energia solar são silenciosos e, por isso, apropriados à instalação em zonas urbanas e de maior densidade populacional, ao contrário, por exemplo, dos sistemas de energia eólica [30].

Apesar das vantagens referidas, existem ainda alguns fatores que pesam na decisão dos consumidores em instalar sistemas solares, nomeadamente, os custos de investimento inicial, que apesar de serem cada vez mais reduzidos ainda são mais elevados do que os verificados em sistemas convencionais (não renováveis); os elevados custos dos sistemas de armazenamento de energia elétrica; o facto da energia solar não estar disponível durante todo o período do dia e depender das

condições climatéricas, bem como as baixas tarifas de venda de energia praticadas no mercado [30].

Energia Solar Fotovoltaica

Conforme referido anteriormente, a energia solar fotovoltaica é obtida pela conversão direta da luz solar em eletricidade, através da utilização de painéis solares constituídos por células fotovoltaicas que captam a luz.

Atualmente, considera-se a existência de três principais subcategorias de células fotovoltaicas: i) as de 1ª geração, as mais utilizadas no mercado, produzidas a partir de silício, abrangendo soluções monocristalinas (mais comuns), policristalinas e amorfa; ii) as de 2ª geração, que dizem respeito às soluções de película fina, podendo também ser utilizada a solução amorfa, e cuja tecnologia foi introduzida nos anos 90 com o objetivo de reduzir os custos de produção; iii) e as de 3ª geração, das quais fazem parte células solares mais recentes, na sua maioria ainda em fase de desenvolvimento.

Em resumo, as células de 1ª geração foram associadas a um elevado custo de produção de painéis fotovoltaicos, as de 2ª geração foram marcadas pela escassez e toxicidade dos materiais, o que levou ao surgimento da 3ª geração de células que contemplaram vários materiais orgânicos, híbridos, com pigmentos fotossensíveis, tintas orgânicas, plásticos condutíveis e nano-materiais. A 3ª geração trouxe também consigo métodos de produção com menor custo, maior volume de produção com maior retorno financeiro, maior eficiência, menos produtos tóxicos e uma maior variedade de aplicações [30], [31].

Sistemas On-grid e Off-grid

Os sistemas de produção de energia solar dividem-se em dois grupos principais: sistemas on-grid e sistemas off-grid.

Os primeiros, são sistemas fotovoltaicos ligados à rede, que geralmente complementam ou substituem a energia elétrica proveniente da rede. É comum estes sistemas serem instalados em edifícios e zonas urbanas, com vista à redução de faturação energética.

Estes sistemas dispensam o uso de baterias de acumulação necessitando, no entanto, de uma ligação à rede, não funcionando em caso de falha de energia elétrica.

Por sua vez, os sistemas off-grid apresentam-se como sistemas isolados, adequados à instalação em locais remotos e sem acesso à rede ou nos quais o custo de acesso à rede é muito elevado. Este tipo de sistemas permite o armazenamento de energia com recurso a baterias de acumulação e é muitas vezes associado a aplicações em torres de telecomunicações e iluminação, casas de campo, sistemas de bombagem de água e irrigação, entre outras.

A utilização de fontes de energia renováveis permite a redução da dependência externa de matérias-primas para produção de energia elétrica, possibilitando a substituição dos combustíveis fósseis e contribuindo positivamente para o meio ambiente. No entanto, dependendo da aplicação, nem sempre se conclui ser vantajosa a implementação de um sistema de produção de energia fotovoltaica, uma vez que o custo da eletricidade produzida pelo sistema fotovoltaico poderá vir a ser superior ao custo da eletricidade gerada pelos sistemas tradicionais, aumentando a incerteza no que toca ao retorno do investimento realizado.

Para além dos sistemas descritos, existe também o sistema Feed-in Tariff, que pode ser entendido como uma tarifa, estabelecida por lei, no qual os produtores de energia renovável são remunerados pela eletricidade que injetam na rede, de acordo com a tecnologia usada, local de instalação ou dimensão do centro eletroprodutor. Este modelo surgiu nos EUA, foi implementado em Portugal em 1999 e contribuiu para incentivar o desenvolvimento das energias renováveis na Europa. Encontra-se atualmente implementado em mais de 45 países [30].

Previamente à realização de um investimento em energias renováveis, é indispensável o estudo de viabilidade da solução. A energia solar fotovoltaica exige, na grande maioria das situações, um investimento inicial considerável que consiste na aquisição e instalação de todo o sistema, geralmente constituído por: painéis fotovoltaicos, inversores e controladores de carga. Dependendo da solução a adotar, poderão ainda ser consideradas baterias de acumulação.

Uma vez que o investimento inicial será, em parte, ou na totalidade, recuperado com base nas poupanças energéticas proporcionadas pelo novo sistema, é essencial que em fase de projeto, se tenha em consideração o local com o maior potencial fotovoltaico, com vista a maximizar a produção de energia elétrica. Será, por isso, de extrema importância, que a área escolhida para instalação do sistema fotovoltaico tenha uma orientação e exposição solar adequadas e não esteja sujeita à influência de sombras.

Em Portugal continental, conforme apresentado na Figura 5.5, verifica-se que as regiões com maior potencial de energia fotovoltaica correspondem às zonas de Lisboa (Estoril), península de Setúbal, raia alentejana e litoral do Algarve. Em contrapartida, a região do Minho é a zona de Portugal continental com menor potencial de energia fotovoltaica [30].

Na Figura 5.6, são apresentadas as médias de longo prazo de irradiação horizontal global e de irradiação normal direta em Portugal continental.

Auditoria Energética e Caracterização de Instalações Técnicas Especiais – Estudo de Caso – Casa Municipal da Proteção Civil e Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra



Figura 5.5 - Potencial de energia fotovoltaica em Portugal Continental [32]

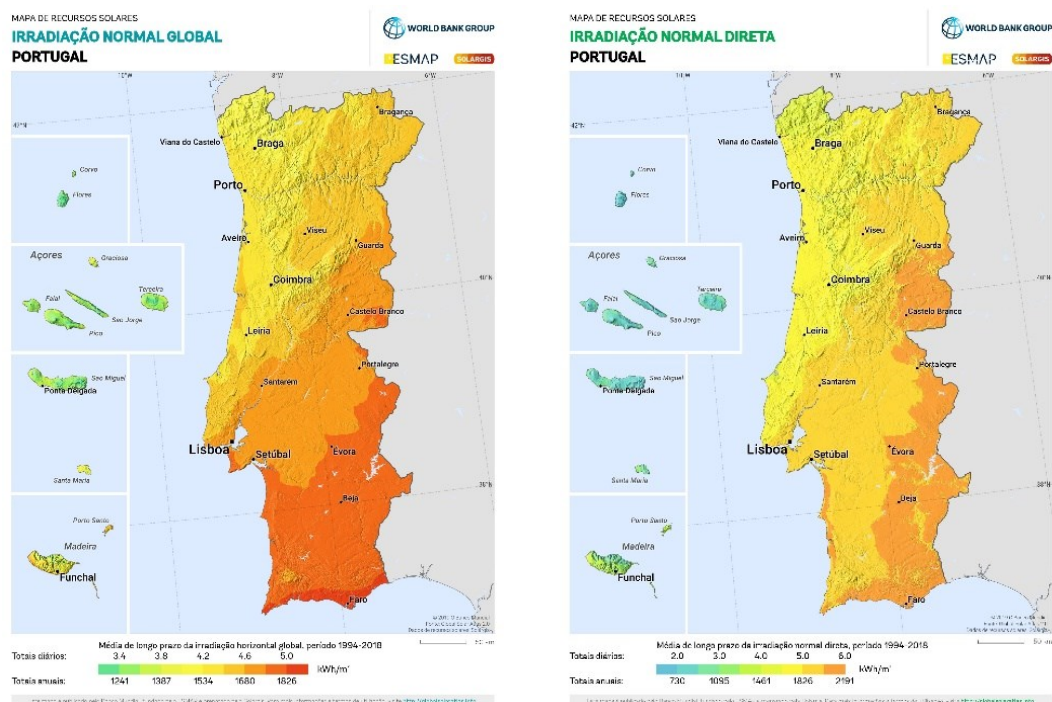


Figura 5.6 - Médias de longo prazo de irradiação horizontal global e de irradiação normal direta em Portugal Continental [32]

No panorama europeu, Portugal é um dos países com melhores condições para aproveitamento de energia solar, dispondo de um número médio de 2 200 a 3 000 horas de sol por ano, no continente, e entre 1 700 e 2 200 horas de sol anuais, nas ilhas dos Açores e da Madeira, respetivamente [33].

Nas Figuras 5.7, 5.8 e 5.9 são apresentados, respetivamente, o potencial de energia fotovoltaica nos diferentes países europeus e as médias de longo prazo de irradiação horizontal e normal direta, na Europa.

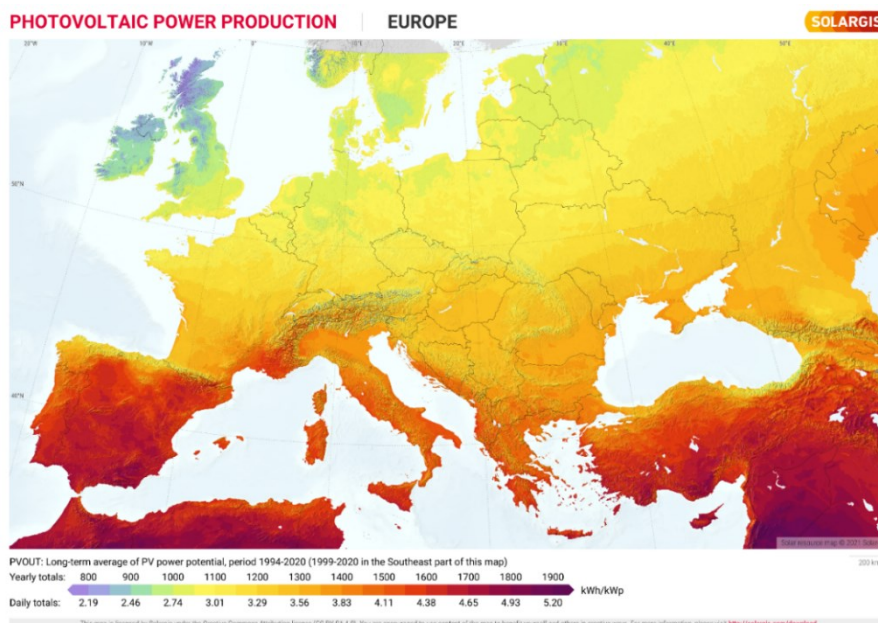


Figura 5.7 - Potencial de energia fotovoltaica na Europa [34]

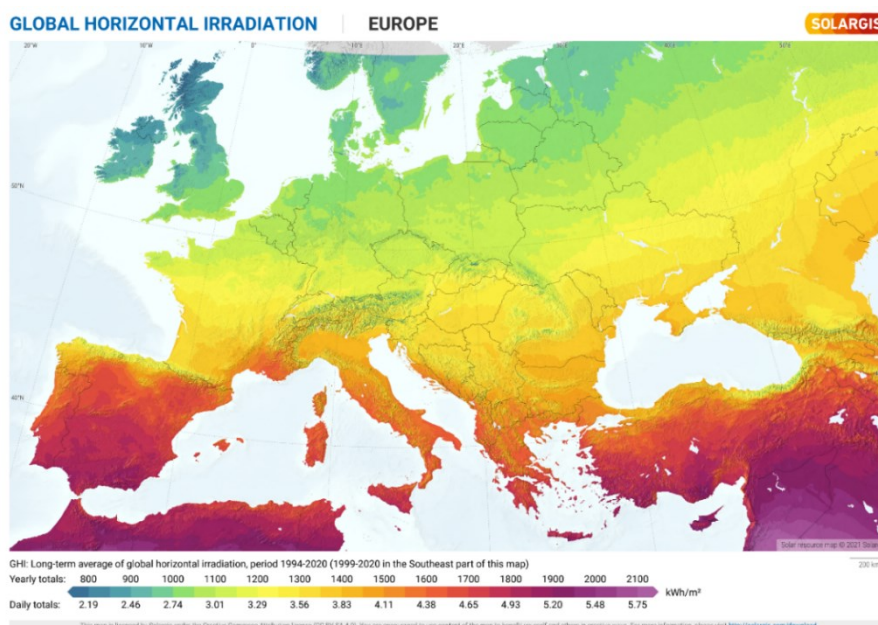


Figura 5.8 - Média de longo prazo de irradiação horizontal na Europa [34]

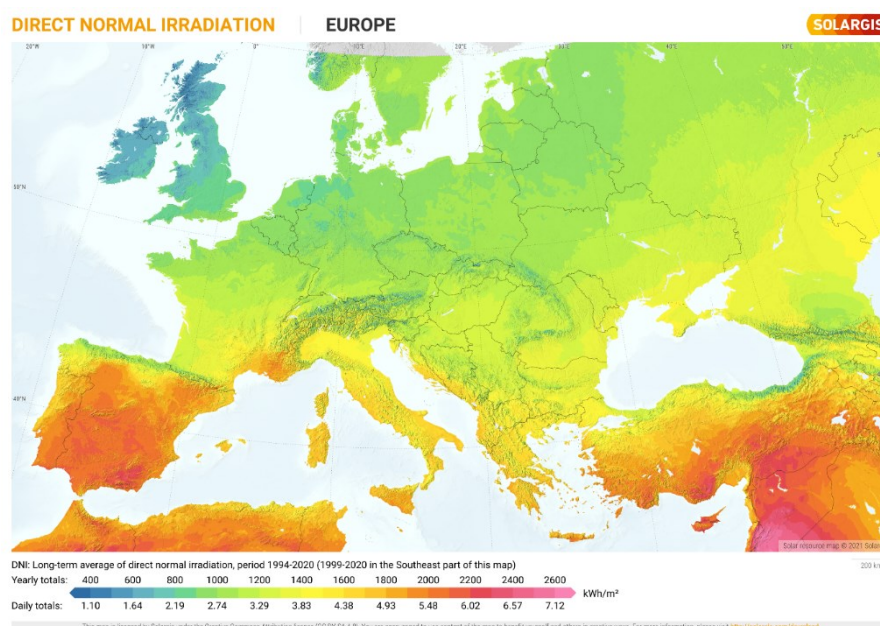


Figura 5.9 - Média de longo prazo de irradiação normal direta na Europa [34]

No que diz respeito ao edifício em estudo, tratando-se de um imóvel com cobertura plana disponível para receber a instalação de painéis fotovoltaicos, sem sombreamento, tendo em consideração o seu perfil de consumo e com o objetivo de minimizar os custos com a faturação de energia elétrica, foram realizadas diversas simulações para implementação de painéis fotovoltaicos para autoconsumo, com e sem injeção na rede.

Todo o estudo foi realizado com recurso ao software de projeto e dimensionamento fotovoltaico PV*SOL, sendo que as simulações apresentadas nas secções 5.5.1 e 5.5.2 (sistema conectado à rede sem sistema de baterias e considerando sistema de baterias, respetivamente), destacam-se, por apresentarem resultados mais favoráveis para o edifício, dado que os equipamentos utilizados e a orientação espacial dos painéis fotovoltaicos proporcionam um rendimento elevado do sistema e um período de retorno simples de investimento consideravelmente reduzido.

5.5.1 Simulação 1 - Sistema Conectado à Rede sem Baterias

Na presente simulação, foram considerados os equipamentos e materiais apresentados na Tabela 5.6.

Tabela 5.6 - Equipamentos previstos para instalação no Edifício

Descrição	Unidades
Módulos fotovoltaicos JA SOLAR JAM72S30-550/MR (550wp)	108
Inversor HUAWEI SUN2000-50KTL – Trifásico (PAC=50 000 W)	1
SMARTLOGGER HUAWEI 3000A + 1 Analisador de energia HUAWEI Smart Power Sensor trifásico	1
Quadro de proteção de corrente alternada (AC) equipado com proteção diferencial tipo A, e proteções contra sobreintensidades e curto-circuitos, com descarregadores de sobretensão	1
Quadro de proteção de corrente contínua (DC) equipado com um seccionador de fusíveis por cada string	1
Contador totalizador de energia produzida, equipado com telemetria	1
Estrutura em triângulos de alumínio para fixação dos módulos ao solo (cobertura), apoiada em lancil de betão	-
Restantes acessórios necessários aos trabalhos a executar	-

Tendo como referência o material apresentado na Tabela 5.6 e considerando-se o perfil de consumo do edifício apresentado na secção 3.1.2, com um consumo anual de cerca de 150 403 kWh, foram considerados 108 módulos fotovoltaicos com uma potência total de 59,4 kWp, o que constitui uma área total para implementação do sistema de 279 m². A seleção dos equipamentos foi realizada no seguimento da elaboração de diversas simulações, tendo em consideração as demais características do edifício, com vista à otimização da parcela de autoconsumo. Foram então estabelecidas 6 strings, cada uma destas constituída por 18 módulos fotovoltaicos, conforme esquema elétrico apresentado na Figura 5.10.

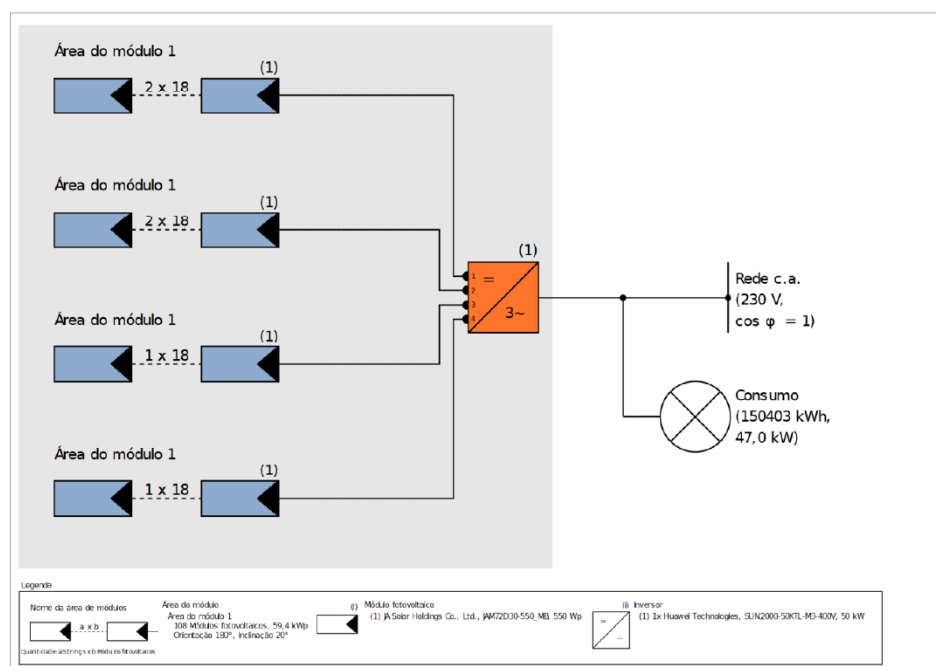


Figura 5.10 - Esquema elétrico do sistema conectado à rede sem baterias

A localização dos diferentes painéis fotovoltaicos na cobertura do edifício foi criteriosamente escolhida, com vista a maximizar a produção de energia elétrica, tendo em consideração a orientação solar e a ausência de sombras, garantindo o acesso facilitado para instalação e manutenção futura e a não sobreposição com outros equipamentos já existentes naquele espaço.

Para fixação dos módulos fotovoltaicos à cobertura, prevê-se uma solução de instalação em estrutura de triângulos de alumínio, apoiada em lancil de betão (instalação paralela à cobertura, com boa ventilação traseira), tendo sido considerada uma orientação a sul (180°) e uma inclinação de 20°.

A Figura 5.11 ilustra a localização dos painéis fotovoltaicos na cobertura do edifício.

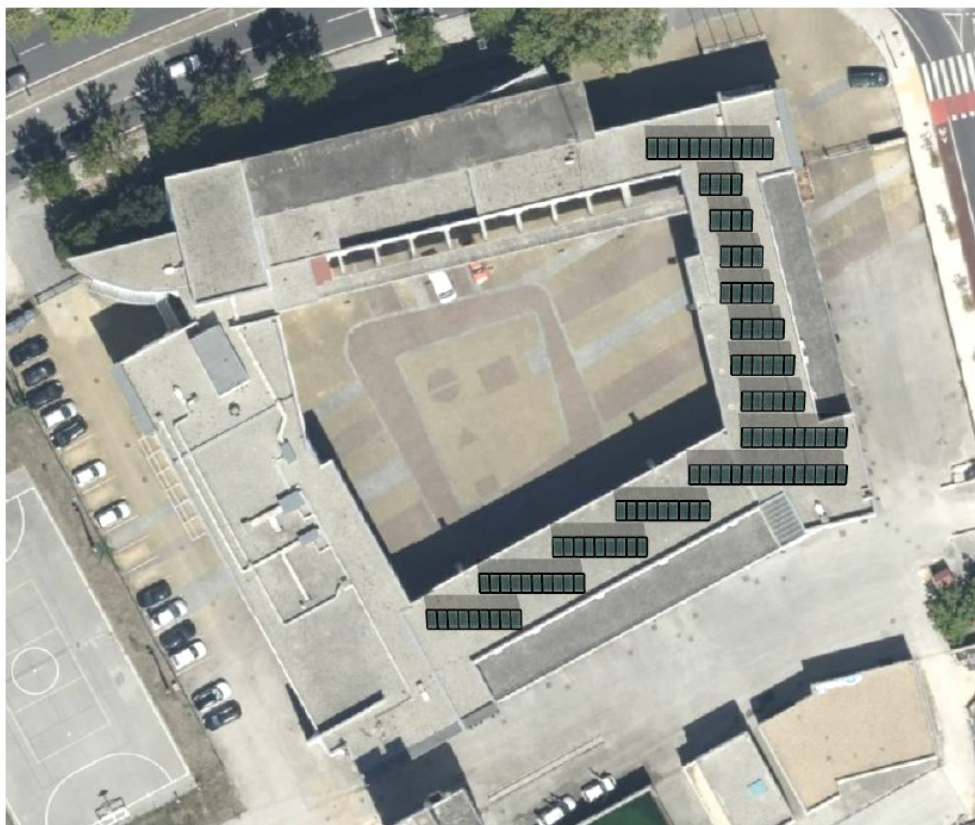


Figura 5.11 - Localização dos painéis fotovoltaicos na cobertura do edifício

Uma vez realizada a simulação, foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 5.7, de onde se destacam a percentagem de autoconsumo prevista e as emissões de CO₂ evitadas. A energia elétrica utilizada para autoconsumo estima-se em cerca de 59 152 kWh/ano (63,5%), sendo os restantes 33 991 kWh/ano (36,5%) de energia elétrica não consumida no edifício, injetados na rede (Figura 5.12).

Tabela 5.7 - Resultados da simulação realizada no software PV*SOL

Resultados do Sistema	
Potência do gerador fotovoltaico	59,40 kWp
Rendimento anual específico	1 567,63 kWh/kWp
Desempenho do sistema	87,25%
Energia produzida pelos painéis fotovoltaicos	93 143 kWh/ano
Energia para autoconsumo	59 152 kWh/ano
Energia injetada na rede	33 991 kWh/ano
Emissões de CO ₂ evitadas	43 765 kg/ano

Energia do gerador fotovoltaico (rede c.a.)

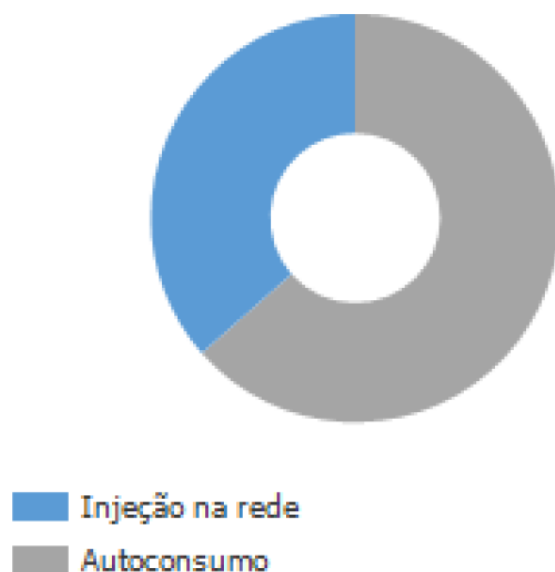


Figura 5.12 - Utilização da energia elétrica produzida pelo sistema fotovoltaico

O gráfico da Figura 5.13 ilustra o consumo do edifício coberto pelo sistema fotovoltaico (59 152 kWh/ano) e o consumo coberto pela rede elétrica (91 277 kWh/ano), verificando-se um nível de autonomia de 39,3%. De notar que foi atribuído ao consumo do inversor, o valor de 25 kWh/ano.

Consumo total

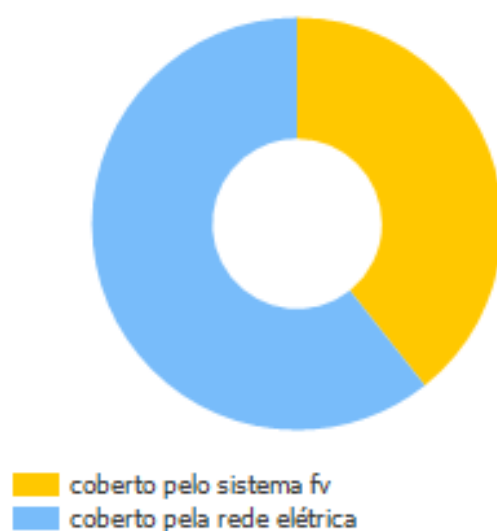


Figura 5.13 - Consumo coberto pelo sistema fotovoltaico e consumo coberto pela rede de energia elétrica

Uma vez que é conhecido, em média, o número de horas de exposição solar verificado em Portugal e na região de Coimbra, em cada mês do ano, e tendo em consideração o perfil de consumo do edifício, com recurso ao software PV*SOL, estima-se que, em cada mês do ano, a produção de energia seja a apresentada no gráfico da Figura 5.14. A partir da análise do gráfico (Figura 5.14), como seria de esperar, conclui-se que nos meses em que existe maior produção de energia fotovoltaica (meses de primavera e verão), parte considerável dessa energia será injetada na rede. Em contrapartida, nos meses com menor produção de energia fotovoltaica, a percentagem de energia injetada na rede diminui consideravelmente, apresentando valores especialmente reduzidos nos meses de dezembro e janeiro.

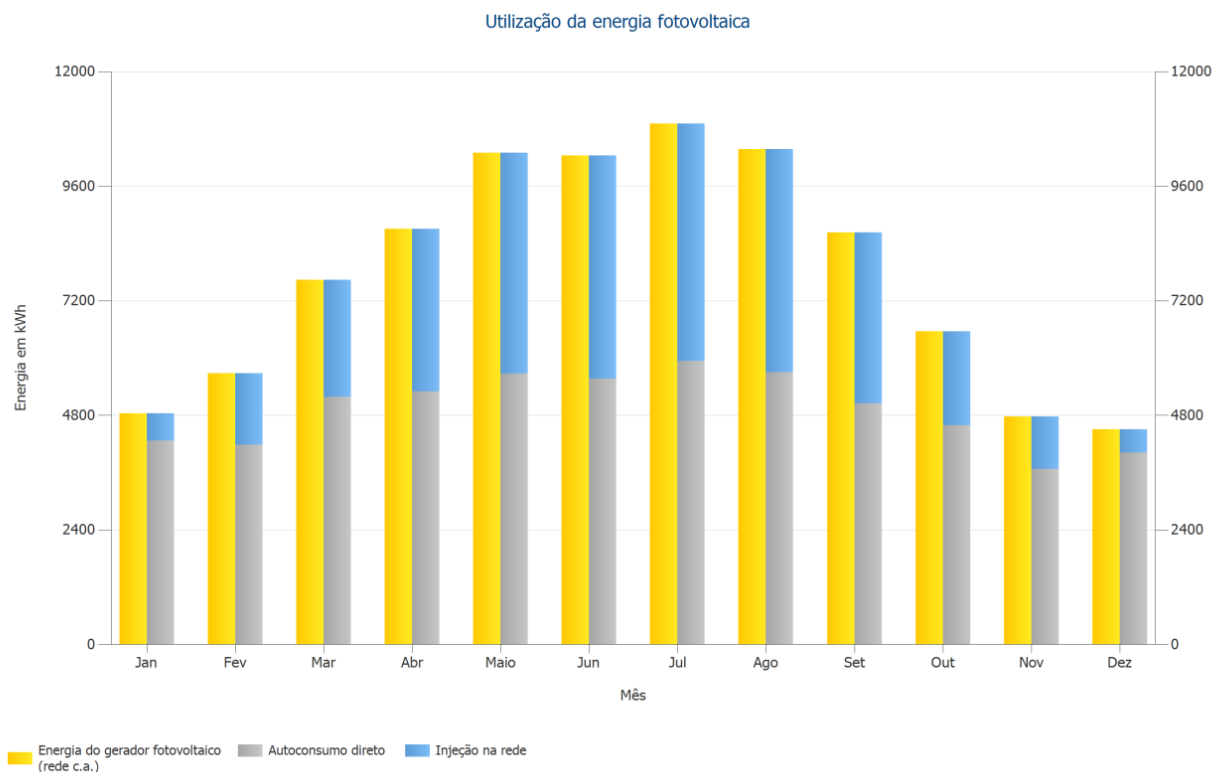


Figura 5.14 - Distribuição de energia pelos diferentes meses do ano (sistema sem baterias)

Encontrando-se o edifício em funcionamento 24 horas por dia, verifica-se que em períodos em que a produção de energia fotovoltaica é nula ou muito reduzida (por exemplo, em períodos noturnos), existirá a necessidade de consumo de energia a partir da rede de energia elétrica.

No gráfico da Figura 5.15 apresenta-se uma relação entre o consumo global, o consumo coberto pelo sistema fotovoltaico e o consumo coberto pela rede de energia elétrica, verificando-se uma maior necessidade de recorrer à rede de energia elétrica nos meses de dezembro e janeiro, uma vez que a estes períodos correspondem consumos mais elevados de energia elétrica e uma menor produção por parte do sistema fotovoltaico.

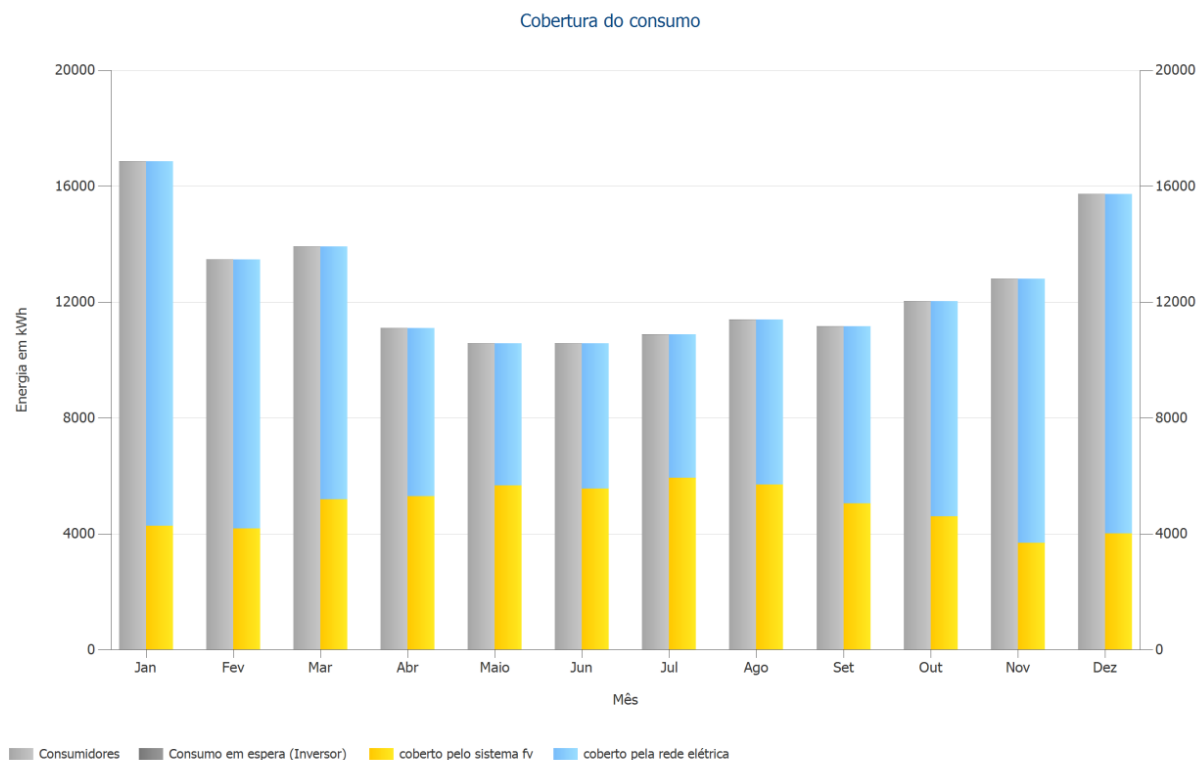


Figura 5.15 - Relação entre consumo global, consumo coberto pelo sistema fotovoltaico e consumo coberto pela rede de energia elétrica (sistema sem baterias)

Por último, apresenta-se a análise financeira da solução explanada na presente secção, destacando-se o prazo de retorno simples do investimento (4,4 anos) e o custo estimado de produção de energia (0,0247 €/kWh). Prevê-se um custo de investimento total de 35 960,00 € com um tempo médio de vida útil dos painéis de cerca de 25 anos. Note-se, que o tempo médio de vida útil considerado para os painéis fotovoltaicos, é coincidente com o período de garantia deste equipamento, disponibilizado pelo fabricante.

Na Tabela 5.8 é apresentada uma vista geral da análise financeira realizada com recurso ao software PV*SOL, considerando-se a venda do remanescente da energia elétrica produzida pelos painéis fotovoltaicos. Face aos resultados obtidos, confirma-se a viabilidade do investimento. Nas Figuras 5.16 e 5.17, apresentam-se os fluxos de caixa para a solução de sistema com venda de excedentes de produção e para uma hipotética solução de sistema sem venda de excedentes, respetivamente. De salientar, que nos resultados apresentados nas Figuras 5.16 e 5.17, as taxas de degradação e aumento de preço são aplicadas mensalmente sobre todo o prazo de projeto, tendo início logo no primeiro ano.

Da análise aos resultados apresentados nas Figuras 5.16 e 5.17, conclui-se que a solução com venda de excedentes de produção será a economicamente mais vantajosa, apresentando um período de retorno simples do investimento, inferior.

Tabela 5.8 - Análise financeira obtida no âmbito da simulação realizada, considerando a venda de excedentes de energia elétrica produzida (sistema sem baterias)

Parâmetro	Valor
Dados do Sistema	
Injeção na rede no primeiro ano (incluindo degradação dos módulos)	33 708 kWh/ano
Potência do gerador fotovoltaico	59,4 kWp
Prazo do projeto	25 anos
Juro do capital	4%
Parâmetros Económicos	
Taxa interna de retorno (TIR)	25,72%
Fluxo de caixa acumulado	118 990,35 €
Período de retorno simples (PRS)	4,4 anos
Custos de geração de energia	0,0247 €/kWh
Vista Geral de Pagamentos	
Investimento específico	605,39 €/kWp
Custos de investimento	35 960,00 €
Remuneração e Economia	
Remuneração total no primeiro ano	1 685,40 €/ano
Economia no primeiro ano	7 361,65 €/ano
Tarifa de injeção específica	0,05 €/kWh
Tarifa de injeção	1 685,396 €/ano
Tarifa da energia cheia	0,1296 €/kWh
Economia cheia	4 282,91 €/Ano
Tarifa da energia ponta	0,135€/kWh
Economia ponta	772,95 €/Ano
Tarifa da energia vazio normal	0,1173 €/kWh
Economia vazio normal	2 190,61 €/Ano
Tarifa da energia super vazio	0,1157 €/kWh
Economia super vazio	194,17 €/Ano
Inflação da tarifa de energia	2 %/ano

Fluxo de caixa (Com injeção na rede)

Fluxo de caixa

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Investimentos	-35 960,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Tarifa de injeção	1 576,87 €	1 535,92 €	1 467,65 €	1 402,36 €	1 339,92 €
Economia de energia	6 941,38 €	6 854,08 €	6 680,38 €	6 510,83 €	6 345,32 €
Fluxo de caixa anual	-27 441,75 €	8 390,00 €	8 148,03 €	7 913,18 €	7 685,24 €
Fluxo de caixa acumulado	-27 441,75 €	-19 051,75 €	-10 903,72 €	-2 990,54 €	4 694,70 €

Fluxo de caixa

	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Investimentos	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Tarifa de injeção	1 280,20 €	1 223,10 €	1 168,50 €	1 116,29 €	1 066,37 €
Economia de energia	6 183,78 €	6 026,09 €	5 872,20 €	5 721,98 €	5 575,38 €
Fluxo de caixa anual	7 463,98 €	7 249,20 €	7 040,70 €	6 838,27 €	6 641,75 €
Fluxo de caixa acumulado	12 158,68 €	19 407,87 €	26 448,57 €	33 286,84 €	39 928,59 €

Fluxo de caixa

	Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15
Investimentos	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Tarifa de injeção	1 018,64 €	973,00 €	929,36 €	887,64 €	847,76 €
Economia de energia	5 432,29 €	5 292,65 €	5 156,37 €	5 023,38 €	4 893,59 €
Fluxo de caixa anual	6 450,93 €	6 265,64 €	6 085,73 €	5 911,02 €	5 741,34 €
Fluxo de caixa acumulado	46 379,52 €	52 645,16 €	58 730,89 €	64 641,91 €	70 383,25 €

Fluxo de caixa

	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19	Ano 20
Investimentos	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Tarifa de injeção	809,63 €	773,18 €	738,33 €	705,03 €	673,19 €
Economia de energia	4 766,93 €	4 643,34 €	4 522,74 €	4 405,06 €	4 290,23 €
Fluxo de caixa anual	5 576,56 €	5 416,52 €	5 261,07 €	5 110,08 €	4 963,42 €
Fluxo de caixa acumulado	75 959,81 €	81 376,33 €	86 637,40 €	91 747,49 €	96 710,91 €

Fluxo de caixa

	Ano 21	Ano 22	Ano 23	Ano 24	Ano 25
Investimentos	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Tarifa de injeção	642,76 €	613,67 €	585,87 €	559,30 €	53,76 €
Economia de energia	4 178,19 €	4 068,88 €	3 962,22 €	3 858,16 €	3 756,64 €
Fluxo de caixa anual	4 820,95 €	4 682,55 €	4 548,09 €	4 417,46 €	3 810,40 €
Fluxo de caixa acumulado	101 531,86 €	106 214,40 €	110 762,49 €	115 179,95 €	118 990,35 €

Figura 5.16 - Fluxo de caixa - sistema com venda de excedentes de energia elétrica (sistema sem baterias)

Fluxo de caixa (Sem injeção na rede)

Fluxo de caixa

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Investimentos	-35 960,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Economia de energia	6 941,38 €	6 854,08 €	6 680,38 €	6 510,83 €	6 345,32 €
Fluxo de caixa anual	-29 018,62 €	6 854,08 €	6 680,38 €	6 510,83 €	6 345,32 €
Fluxo de caixa acumulado	-29 018,62 €	-22 164,54 €	-15 484,16 €	-8 973,33 €	-2 628,01 €

Fluxo de caixa

	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Investimentos	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Economia de energia	6 183,78 €	6 026,09 €	5 872,20 €	5 721,98 €	5 575,38 €
Fluxo de caixa anual	6 183,78 €	6 026,09 €	5 872,20 €	5 721,98 €	5 575,38 €
Fluxo de caixa acumulado	3 555,77 €	9 581,86 €	15 454,06 €	21 176,04 €	26 751,41 €

Fluxo de caixa

	Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15
Investimentos	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Economia de energia	5 432,29 €	5 292,65 €	5 156,37 €	5 023,38 €	4 893,59 €
Fluxo de caixa anual	5 432,29 €	5 292,65 €	5 156,37 €	5 023,38 €	4 893,59 €
Fluxo de caixa acumulado	32 183,70 €	37 476,35 €	42 632,72 €	47 656,10 €	52 549,69 €

Fluxo de caixa

	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19	Ano 20
Investimentos	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Economia de energia	4 766,93 €	4 643,34 €	4 522,74 €	4 405,06 €	4 290,23 €
Fluxo de caixa anual	4 766,93 €	4 643,34 €	4 522,74 €	4 405,06 €	4 290,23 €
Fluxo de caixa acumulado	57 316,62 €	61 959,96 €	66 482,70 €	70 887,76 €	75 177,99 €

Fluxo de caixa

	Ano 21	Ano 22	Ano 23	Ano 24	Ano 25
Investimentos	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Economia de energia	4 178,19 €	4 068,88 €	3 962,22 €	3 858,16 €	3 756,64 €
Fluxo de caixa anual	4 178,19 €	4 068,88 €	3 962,22 €	3 858,16 €	3 756,64 €
Fluxo de caixa acumulado	79 356,18 €	83 425,06 €	87 387,28 €	91 245,44 €	95 002,08 €

Figura 5.17 - Fluxo de caixa - sistema sem venda de excedentes de energia elétrica (sistema sem baterias)

5.5.2 Simulação 2 - Sistema Conectado à Rede com Baterias

Na presente simulação, foram considerados os equipamentos e materiais apresentados na Tabela 5.9.

Tabela 5.9 - Equipamentos previstos para instalação no edifício

Descrição	Unidades
Módulos fotovoltaicos JA SOLAR JAM72S30-550/MR (550wp)	108
Inversor HUAWEI SUN2000-25KTL-MB0 Hybrid – Trifásico (PAC=25 000 W)	2
Sistema de Baterias - HUAWEI LUNA2000-21-S1 (20,7 kWh)	2
SMARTLOGGER HUAWEI 3000A + 1 Analisador de energia HUAWEI Smart Power Sensor trifásico	1
Quadro de proteção de corrente alternada (AC) equipado com proteção diferencial tipo A, e proteções contra sobreintensidades e curto-circuitos, com descarregadores de sobretensão	1
Quadro de proteção de corrente contínua (DC) equipado com um seccionador de fusíveis por cada string	1
Contador totalizador de energia produzida, equipado com telemetria	1
Estrutura em triângulos de alumínio para fixação dos módulos ao solo (cobertura), apoiada em lancil de betão	-
Restantes acessórios necessários aos trabalhos a executar	-

Tendo como referência o material apresentado na Tabela 5.9 e em conformidade com o apresentado na secção 5.5.1, foi na presente simulação considerado o mesmo número de módulos, com as mesmas características da simulação anterior (108 módulos fotovoltaicos com uma potência total de 59,4 kWp, constituindo uma área total de 279 m²). As baterias consideradas na presente simulação, foram selecionadas após realização de diversas simulações e tendo em consideração o seu custo de aquisição no mercado e a adaptabilidade ao projeto. Foram então estabelecidas 6 strings de 18 módulos fotovoltaicos cada, cujo esquema elétrico é apresentado na Figura 5.18.

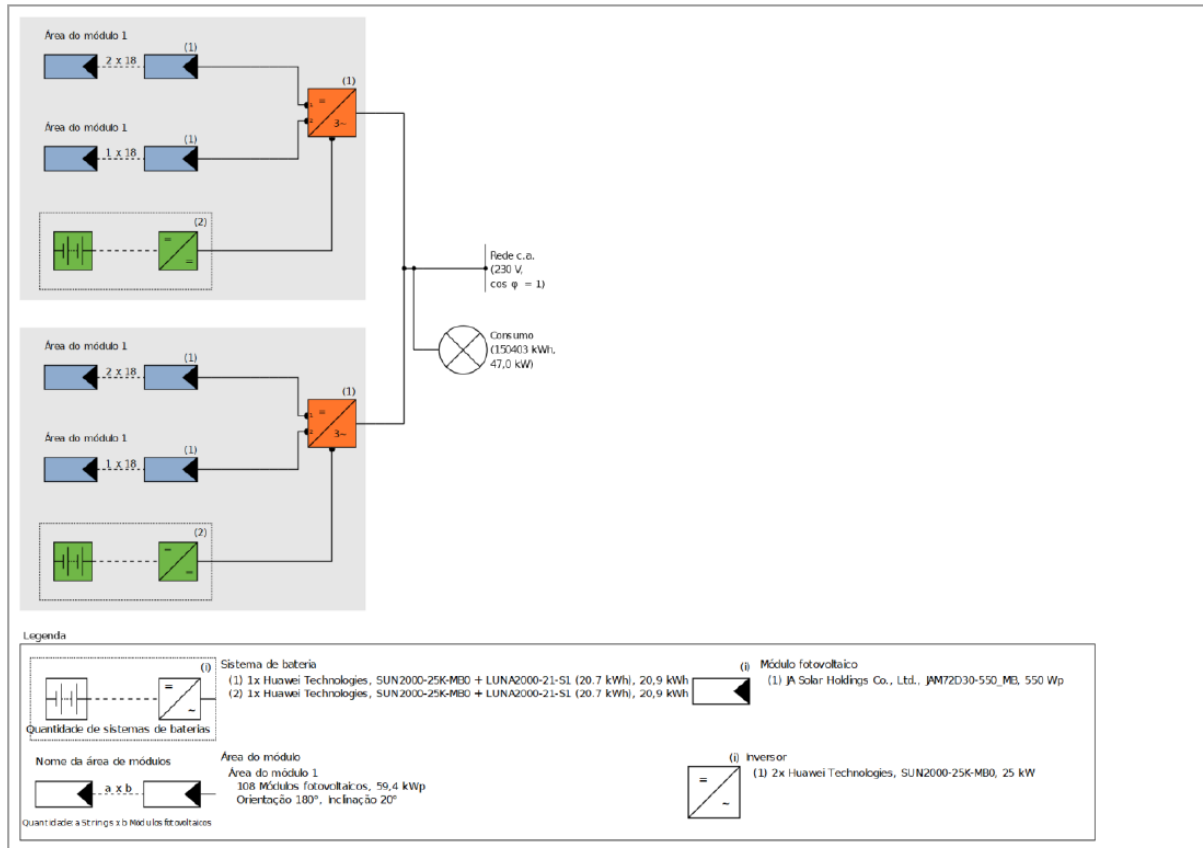


Figura 5.18 - Esquema elétrico do sistema conectado à rede com baterias

Na presente simulação, considerou-se que a localização dos diferentes painéis fotovoltaicos na cobertura, bem como o método de instalação, orientação e inclinação, seriam os apresentados na Figura 5.11 da secção 5.5.1, pelos mesmos motivos então apresentados. Foi considerado na presente simulação que o sistema de baterias apresenta uma vida útil de 19 anos, com um valor estimado de 789 kWh/ano de perdas devido a cargas e descargas e 335 kWh/ano de perdas nas baterias.

Uma vez realizada a simulação, à semelhança do apresentado na secção 5.5.1, foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 5.10. A energia elétrica utilizada para autoconsumo estima-se em cerca de 68 299 kWh/ano (74,5%), sendo os restantes 23 373 kWh/ano (25,5%) de energia elétrica não consumida no edifício, injetados na rede (Figura 5.19).

Tabela 5.10 - Resultados da simulação realizada no software PV*SOL

Resultados do Sistema	
Potência do gerador fotovoltaico	59,40 kWp
Rendimento anual específico	1 560,75 kWh/kWp
Desempenho do sistema	86,87%
Energia produzida pelos painéis fotovoltaicos	91 672 kWh/ano
Energia para autoconsumo	68 299 kWh/ano
Energia injetada na rede	23 373 kWh/ano
Emissões de CO ₂ evitadas	42 536 kg/ano

O gráfico da Figura 5.20 ilustra o consumo do edifício coberto pelo sistema fotovoltaico com baterias (68 299 kWh/ano) e o consumo coberto pela rede elétrica (82 150 kWh/ano), verificando-se um nível de autonomia de 45,4%. Na presente simulação, foi atribuído ao consumo dos inversores, o valor de 46 kWh/ano.

Energia do gerador fotovoltaico (rede
c.a.) com bateria



Figura 5.19 - Utilização da energia elétrica produzida pelo sistema fotovoltaico com baterias

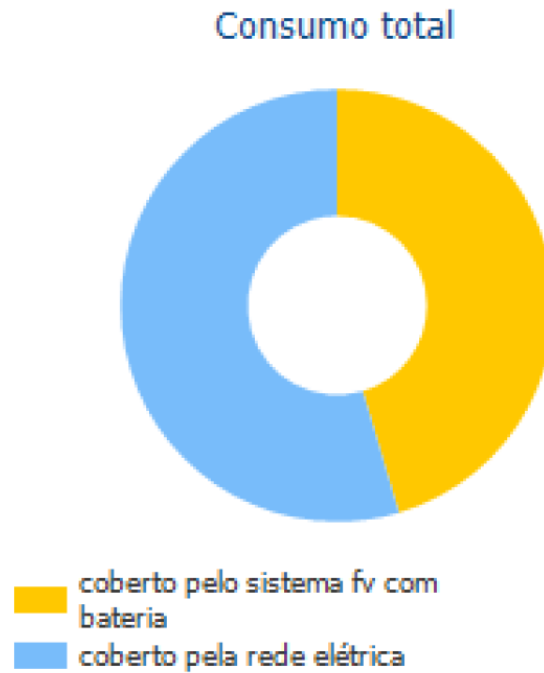


Figura 5.20 - Consumo coberto pelo sistema fotovoltaico com baterias e consumo coberto pela rede de energia elétrica

À semelhança do apresentado na secção 5.5.1, é estimado, na presente simulação, que em cada mês do ano a produção de energia seja a apresentada no gráfico da Figura 5.21. Nos meses de primavera e verão, isto é, nos meses em que se verifica uma maior produção de energia fotovoltaica, parte considerável dessa energia será injetada na rede. Por outro lado, nos meses de dezembro e janeiro, nos quais se verifica uma menor produção de energia fotovoltaica, a percentagem de energia injetada na rede diminui consideravelmente (Figura 5.21).

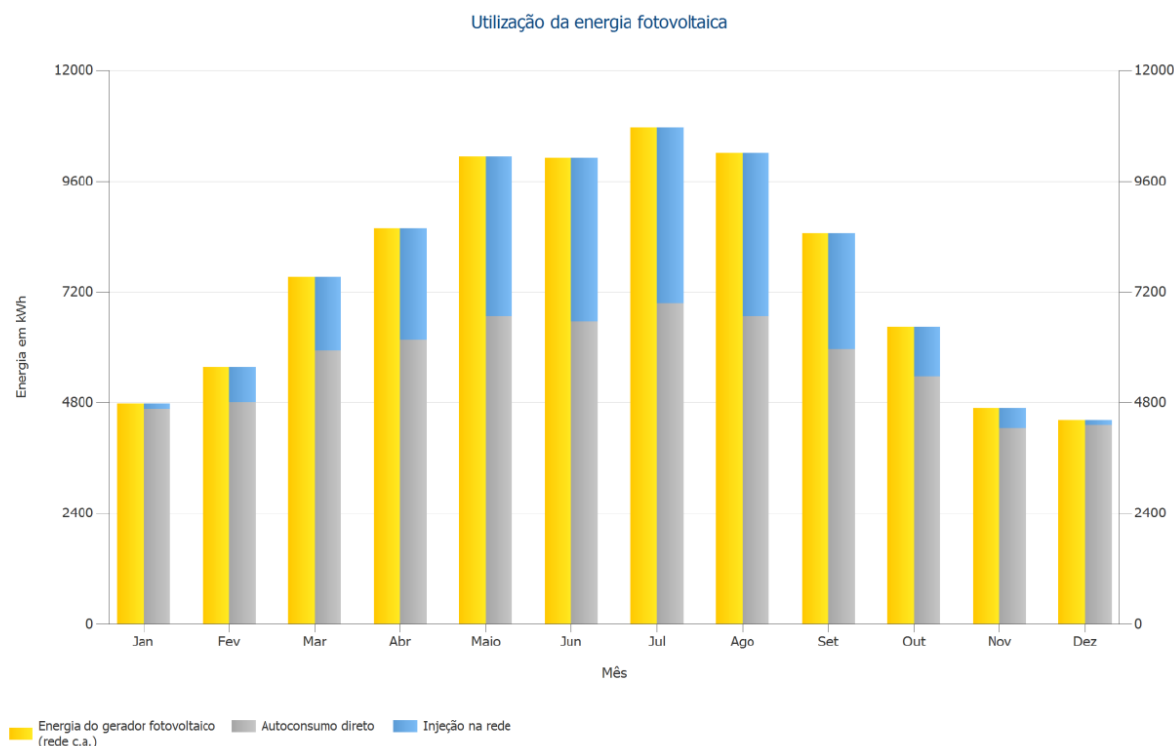


Figura 5.21 - Distribuição de energia pelos diferentes meses do ano (sistema com baterias)

Na presente simulação, em conformidade com o apresentado na secção 5.5.1, encontrando-se o edifício em funcionamento 24 horas por dia, verifica-se que em períodos em que a produção de energia fotovoltaica é nula ou muito reduzida (por exemplo, em períodos noturnos), ainda que se encontrem consideradas baterias, existirá a necessidade de consumo de energia a partir da rede de energia elétrica.

No gráfico da Figura 5.22, analogamente ao apresentado na secção 5.5.1, apresenta-se uma relação entre o consumo global, o consumo coberto pelo sistema fotovoltaico e o consumo coberto pela rede de energia elétrica. Também neste caso, verifica-se uma maior necessidade de recorrer à rede de energia elétrica nos meses de dezembro e janeiro, uma vez que a estes períodos correspondem consumos mais elevados de energia elétrica e uma menor produção por parte do sistema fotovoltaico.

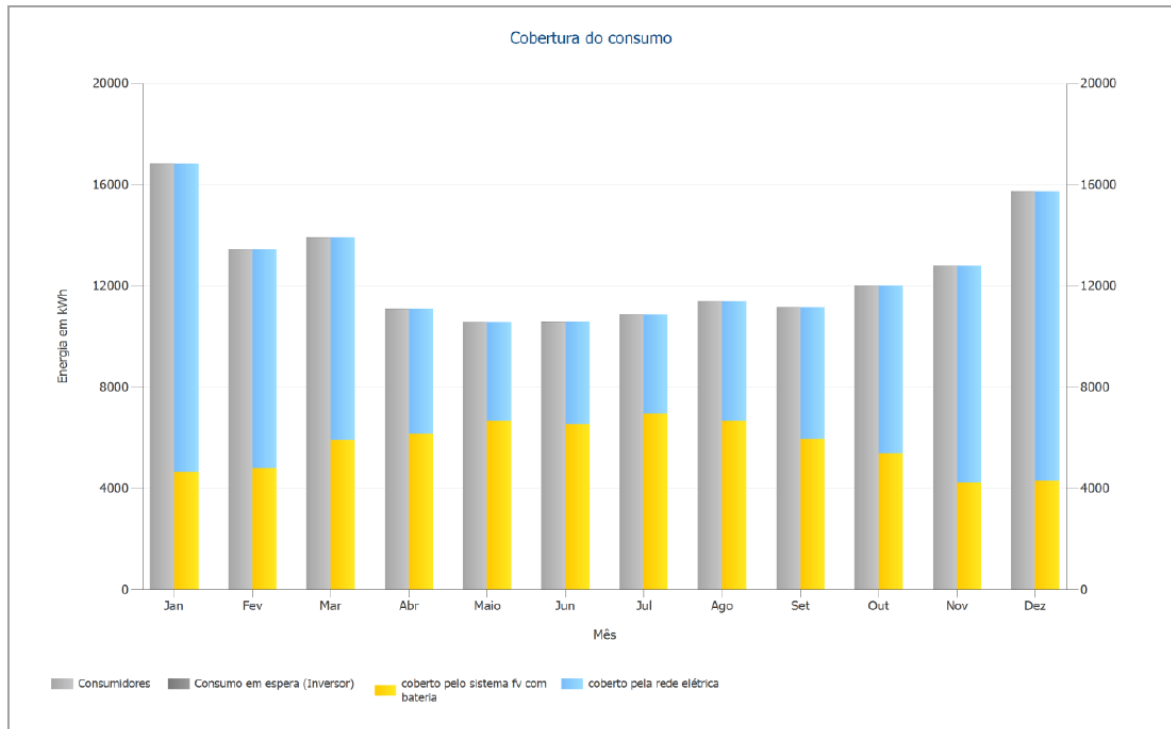


Figura 5.22 - Relação entre consumo global, consumo coberto pelo sistema fotovoltaico e consumo coberto pela rede de energia elétrica (sistema com baterias)

Por último, apresenta-se a análise financeira da solução explanada na presente secção, destacando-se o prazo de retorno simples do investimento (7,1 anos) e o custo estimado de produção de energia (0,0419 €/kWh). Neste caso, prevê-se um custo de investimento total de 60 030,00 € com um tempo médio de vida útil dos painéis de cerca de 25 anos.

A análise financeira realizada com recurso ao software PV*SOL, considerando-se a venda do remanescente da energia elétrica produzida pelos painéis fotovoltaicos é apresentada na Tabela 5.11. Nas Figuras 5.23 e 5.24, apresentam-se os fluxos de caixa para a solução de sistema com venda de excedentes de produção e para uma hipotética solução de sistema sem venda de excedentes, respetivamente. À semelhança da simulação apresentada na secção 5.5.1, também na presente simulação, as taxas de degradação e aumento de preço são aplicadas mensalmente sobre todo o prazo de projeto, tendo início logo no primeiro ano (Figuras 5.23 e 5.24).

Uma vez mais, ao comparar-se os resultados obtidos na presente simulação com aqueles apresentados na simulação constante da secção 5.5.1, verifica-se de igual modo, que a solução com venda de excedentes de produção será a economicamente mais vantajosa, apresentando um período de retorno simples do investimento inferior. Importa referir que a análise financeira e os fluxos de caixa apresentados na Tabela 5.11 e Figuras 5.23 e 5.24, respetivamente, consideram um prazo de projeto de 25 anos, não contemplando o facto de as baterias apresentarem um tempo de

vida útil inferior (19 anos), isto é, não se considera na análise financeira apresentada, que após o 19º ano será necessário o reinvestimento num novo sistema de baterias. Esta reflexão deve-se ao facto de, por limitação do software PV*SOL, não ser possível incluir o reinvestimento descrito na simulação realizada.

Tabela 5.11 - Análise financeira obtida no âmbito da simulação realizada, considerando a venda de excedentes de energia elétrica produzida (sistema com baterias)

Parâmetro	Valor
Dados do Sistema	
Injeção na rede no primeiro ano (incluindo degradação dos módulos)	23 183 kWh/ano
Potência do gerador fotovoltaico	59,4 kWp
Prazo do projeto	25 anos
Juro do capital	4%
Parâmetros Económicos	
Taxa interna de retorno (TIR)	16,56%
Fluxo de caixa acumulado	107 966,15 €
Período de retorno simples (PRS)	7,1 anos
Custos de geração de energia	0,0419 €/kWh
Vista Geral de Pagamentos	
Investimento específico	1 010,61 €/kWp
Custos de investimento	60 030,00 €
Remuneração e Economia	
Remuneração total no primeiro ano	1 159,13 €/ano
Economia no primeiro ano	8 515,45 €/ano
Tarifa de injeção específica	0,05 €/kWh
Tarifa de injeção	1 159,1335 €/ano
Tarifa da energia cheia	0,1296 €/kWh
Economia cheia	5 037,02 €/Ano
Tarifa da energia ponta	0,135€/kWh
Economia ponta	958,93 €/Ano
Tarifa da energia vazio normal	0,1173 €/kWh
Economia vazio normal	2 424,81 €/Ano
Tarifa da energia super vazio	0,1157 €/kWh
Economia super vazio	186,54 €/Ano
Inflação da tarifa de energia	2 %/ano

Fluxo de caixa (Com injeção na rede)

Fluxo de caixa

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Investimentos	-60 030,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Tarifa de injeção	1 082,40 €	1 056,20 €	1 009,26 €	964,36 €	921,42 €
Economia de energia	8 079,38 €	7 928,39 €	7 727,46 €	7 531,33 €	7 339,88 €
Fluxo de caixa anual	-50 868,23 €	8 984,59 €	8 736,72 €	8 495,69 €	8 261,31 €
Fluxo de caixa acumulado	-50 868,23 €	-41 883,63 €	-33 146,91 €	-24 651,22 €	-16 389,91 €

Fluxo de caixa

	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Investimentos	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Tarifa de injeção	880,36 €	841,09 €	803,55 €	767,64 €	733,31 €
Economia de energia	7 153,02 €	6 970,62 €	6 792,60 €	6 618,84 €	6 449,26 €
Fluxo de caixa anual	8 033,38 €	7 811,72 €	7 596,15 €	7 386,48 €	7 182,57 €
Fluxo de caixa acumulado	-8 356,53 €	-544,82 €	7 051,33 €	14 437,81 €	21 620,38 €

Fluxo de caixa

	Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15
Investimentos	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Tarifa de injeção	700,49 €	669,10 €	639,10 €	610,41 €	582,98 €
Economia de energia	6 283,74 €	6 122,22 €	5 964,58 €	5 810,74 €	5 660,61 €
Fluxo de caixa anual	6 984,23 €	6 791,32 €	6 603,67 €	6 421,14 €	6 243,59 €
Fluxo de caixa acumulado	28 604,62 €	35 395,94 €	41 999,61 €	48 420,75 €	54 664,34 €

Fluxo de caixa

	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19	Ano 20
Investimentos	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Tarifa de injeção	556,76 €	531,69 €	507,73 €	484,83 €	462,93 €
Economia de energia	5 514,10 €	5 371,14 €	5 231,63 €	5 095,50 €	4 962,68 €
Fluxo de caixa anual	6 070,86 €	5 902,83 €	5 739,36 €	5 580,33 €	5 425,61 €
Fluxo de caixa acumulado	60 735,20 €	66 638,03 €	72 377,39 €	77 957,72 €	83 383,33 €

Fluxo de caixa

	Ano 21	Ano 22	Ano 23	Ano 24	Ano 25
Investimentos	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Tarifa de injeção	442,01 €	422,01 €	402,89 €	384,62 €	0,00 €
Economia de energia	4 833,08 €	4 706,63 €	4 583,26 €	4 462,88 €	4 345,45 €
Fluxo de caixa anual	5 275,09 €	5 128,63 €	4 986,14 €	4 847,50 €	4 345,45 €
Fluxo de caixa acumulado	88 658,42 €	93 787,05 €	98 773,20 €	103 620,70 €	107 966,15 €

Figura 5.23 - Fluxo de caixa - sistema com venda de excedentes de energia elétrica (sistema com baterias)

Fluxo de caixa (Sem injeção na rede)

Fluxo de caixa

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Investimentos	-60 030,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Economia de energia	8 079,38 €	7 928,39 €	7 727,46 €	7 531,33 €	7 339,88 €
Fluxo de caixa anual	-51 950,62 €	7 928,39 €	7 727,46 €	7 531,33 €	7 339,88 €
Fluxo de caixa acumulado	-51 950,62 €	-44 022,23 €	-36 294,77 €	-28 763,44 €	-21 423,56 €

Fluxo de caixa

	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Investimentos	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Economia de energia	7 153,02 €	6 970,62 €	6 792,60 €	6 618,84 €	6 449,26 €
Fluxo de caixa anual	7 153,02 €	6 970,62 €	6 792,60 €	6 618,84 €	6 449,26 €
Fluxo de caixa acumulado	-14 270,54 €	-7 299,92 €	-507,32 €	6 111,52 €	12 560,78 €

Fluxo de caixa

	Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15
Investimentos	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Economia de energia	6 283,74 €	6 122,22 €	5 964,58 €	5 810,74 €	5 660,61 €
Fluxo de caixa anual	6 283,74 €	6 122,22 €	5 964,58 €	5 810,74 €	5 660,61 €
Fluxo de caixa acumulado	18 844,53 €	24 966,74 €	30 931,32 €	36 742,06 €	42 402,66 €

Fluxo de caixa

	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19	Ano 20
Investimentos	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Economia de energia	5 514,10 €	5 371,14 €	5 231,63 €	5 095,50 €	4 962,68 €
Fluxo de caixa anual	5 514,10 €	5 371,14 €	5 231,63 €	5 095,50 €	4 962,68 €
Fluxo de caixa acumulado	47 916,76 €	53 287,90 €	58 519,53 €	63 615,03 €	68 577,71 €

Fluxo de caixa

	Ano 21	Ano 22	Ano 23	Ano 24	Ano 25
Investimentos	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Economia de energia	4 833,08 €	4 706,63 €	4 583,26 €	4 462,88 €	4 345,45 €
Fluxo de caixa anual	4 833,08 €	4 706,63 €	4 583,26 €	4 462,88 €	4 345,45 €
Fluxo de caixa acumulado	73 410,79 €	78 117,42 €	82 700,67 €	87 163,56 €	91 509,00 €

Figura 5.24 - Fluxo de caixa - sistema sem venda de excedentes de energia elétrica (sistema com baterias)

Em resumo, ao comparar-se as simulações apresentadas na secção 5.5.1 e 5.5.2 (sem sistema de baterias e com sistema de baterias, respetivamente), conclui-se que o sistema de baterias permitirá a redução do consumo de energia elétrica a partir da rede elétrica de energia, contribuindo para o aumento da parcela de autoconsumo e para a redução da parcela de injeção de energia na rede, mas não eliminando, no entanto, por completo, a necessidade de recorrer à rede de energia elétrica em períodos em que a produção fotovoltaica é bastante reduzida ou mesmo inexistente. De facto, na simulação com sistemas de baterias, nos meses de janeiro e fevereiro, a parcela correspondente à injeção na rede é bastante reduzida, o que significa que praticamente toda a energia produzida pelo sistema fotovoltaico será utilizada para autoconsumo no edifício.

Em contrapartida, a inclusão deste sistema de baterias implicará um custo de investimento superior e contribuirá para o aumento do período de retorno simples do investimento, não assegurando, em casos extremos relacionados com problemas de fornecimento de energia elétrica a partir da rede pública, a alimentação a cargas críticas, atualmente assegurada pelo grupo gerador instalado no edifício.

6 CONCLUSÕES

O presente trabalho apresentou como principal objetivo a realização de uma auditoria energética ao Edifício da Casa Municipal da Proteção Civil e Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra, com vista à caracterização das principais formas de consumos de energia e das instalações técnicas especiais existentes.

No decorrer da elaboração do trabalho, foi caracterizado o edifício e foram realizadas monitorizações às diferentes fontes de energia ali utilizadas, cujos resultados foram analisados e alvo de uma análise crítica.

Dos resultados obtidos, conclui-se que relativamente às principais formas de consumo de energia no edifício, cerca de 73% corresponde ao consumo de gás natural, sendo os restantes 27% respeitantes ao consumo de energia elétrica.

No que concerne aos consumos de energia elétrica, apesar de os setores da iluminação e dos equipamentos de utilização na zona do refeitório representarem cerca de 10,7% e 11,8%, respetivamente, do consumo de energia elétrica total, a maior fatia de consumo de energia elétrica, encontra-se diretamente relacionada com equipamentos diversos instalados no edifício (49,1%), tais como postos de trabalho, impressoras, microondas, frigoríficos e arcas frigoríficas, equipamentos de emergência, compressores, aquecedores portáteis, entre outros.

Relativamente ao consumo de gás natural, conclui-se que cerca de 51% do consumo total se encontra relacionado com o setor de aquecimento, 34% diz respeito ao setor de produção de AQS, e os restantes 15% devem-se à sua queima nos equipamentos de cozinha. É de salientar os valores de eficiência térmica obtidos para ambas as caldeiras instaladas na central térmica do edifício, nomeadamente quando em funcionamento no regime de chama 2.

As instalações de telecomunicações existentes no edifício em estudo têm um papel preponderante, uma vez que permitem o correto desenvolvimento dos serviços de emergência e de alerta, entre outros, que ali se encontram em funcionamento. Assim, face à clara desatualização destas instalações, foi elaborado o projeto de execução da especialidade de telecomunicações, com vista à sua reformulação. Todo o projeto foi desenvolvido em estrito cumprimento do estipulado no Manual ITED 4ª Edição, garantindo-se a qualidade dos materiais e equipamentos a instalar, bem como a redundância dos serviços de telecomunicações.

Tendo em consideração o objetivo do trabalho, foram apresentadas propostas de racionalização de consumos, de melhoria e de remodelação das instalações do edifício.

O estudo luminotécnico e a consequente proposta de substituição de luminárias interiores do edifício foram desenvolvidos com vista à poupança energética e à melhoria das condições de iluminação dos diferentes espaços existentes. Através da

substituição integral das luminárias interiores, por luminárias com tecnologia LED, e tendo em conta os valores estimados de poupança energética e o custo total de investimento apresentados na secção 5.1, conclui-se que o período de retorno de investimento será bastante significativo. Ainda assim, esta medida proporcionará um maior conforto aos ocupantes, um maior rendimento dos serviços instalados no edifício, permitindo, inclusivamente, a redução dos custos de manutenção associados a estes equipamentos, dado que a grande maioria das luminárias LED propostas apresentam tempos de vida útil significativamente superiores comparativamente aos equipamentos atualmente instalados.

Relativamente ao sistema de aquecimento central e águas quentes sanitárias, foi proposto um sistema “pay per use”, sem custos de investimento inicial e de manutenção, baseado em tecnologia de bomba de calor, onde o Município de Coimbra pagará apenas pela água quente que utilizar.

A água quente utilizada para aquecimento dos espaços e a grande maioria das águas quentes sanitárias, no edifício, são atualmente garantidas com recurso a duas caldeiras a gás natural, cuja utilização contribui significativamente para os elevados custos de faturação energética do edifício, nomeadamente através do consumo de gás natural. A proposta de substituição destes equipamentos por tecnologia de bomba de calor, consumidora de energia elétrica e mais eficiente, permitirá a redução da faturação com gás natural e poderá beneficiar da eventual instalação de painéis fotovoltaicos na cobertura do edifício, traduzindo-se na redução da faturação energética global. Os custos associados ao investimento inicial e os custos inerentes à manutenção destes sistemas, não serão, deste modo, da responsabilidade do Município de Coimbra, estimando-se uma poupança anual de 23 424 € com a implementação da solução proposta.

No que diz respeito à instalação de um Sistema de Automatização e Controlo de Edifícios (SACE), considera-se de extrema importância a sua instalação no edifício em estudo, uma vez que a partir do seu potencial, será possível a monitorização e controlo dos sistemas de aquecimento, de arrefecimento, da iluminação e da produção de AQS, garantindo-se uma maior eficácia térmica e energética do edifício. De facto, atualmente, verifica-se uma clara dificuldade na gestão dos sistemas de climatização e iluminação, uma vez que é dada total permissão ao utilizador para regular estes sistemas, o que leva ao desajuste das instalações e ao desperdício de energia (por exemplo: iluminação e aquecimento ligados sem que se verifique necessidade). A implementação de um SACE, proporcionará uma poupança anual estimada de 15 921 €, com um período de retorno simples do investimento de 1,6 anos.

A substituição dos vãos envidraçados exteriores do edifício, foi outra das propostas de redução das necessidades energéticas apresentada ao longo do presente trabalho. A substituição, em espaços aquecidos, de uma área total de 477 m² de envidraçados de caixilharia metálica pelo exterior e PVC pelo interior, com as características

indicadas na secção 5.4, permitirá reduzir as necessidades de aquecimento e de arrefecimento dos espaços, contribuindo para a redução dos consumos associados aos sistemas de climatização e para a melhoria do conforto dos utilizadores do edifício. Esta medida, proporcionará uma poupança anual estimada de 5 685 €, ostentando, no entanto, um período de retorno simples do investimento significativo (superior a 15 anos), dado o elevado custo de investimento associado a esta medida.

A proposta de implementação de um sistema fotovoltaico para produção de energia elétrica no Edifício da Casa Municipal da Proteção Civil e Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra surgiu com o objetivo de reduzir os consumos e a faturação de energia elétrica então verificados. Tendo em consideração as características construtivas e técnicas do edifício, foram realizadas diferentes simulações, de entre as quais foram selecionadas aquelas que apresentaram os resultados mais favoráveis (com e sem baterias).

Dos resultados obtidos e expostos na secção 5.5, comparando-se as duas opções simuladas (com e sem baterias), foi possível concluir que a inclusão de baterias, apesar de contribuir para o aumento da parcela de autoconsumo e para a consequente diminuição da parcela de injeção de energia na rede, não permite eliminar, por completo, a necessidade de recorrer à rede de energia elétrica em períodos em que a produção fotovoltaica é muito reduzida ou mesmo inexistente. Também o período de vida útil dos sistemas de baterias, indicado pelo fabricante, poderá não corresponder inteiramente à realidade, uma vez que a vida útil das baterias dependerá de diversos fatores, dos quais se destacam, entre outros, o modo como os ciclos de carga e descarga são efetuados, a quantidade de ciclos existentes, a temperatura a que estão sujeitos estes equipamentos e a sua manutenção.

Assim, face ao exposto e tendo em conta que a inclusão do sistema de baterias proposto implicará um custo de investimento superior e contribuirá para o aumento do período de retorno simples do investimento, considera-se mais favorável, nesta fase, optar-se pela implementação de um sistema fotovoltaico para produção de energia elétrica, sem baterias.

Importa salientar, que apesar das diversas dificuldades encontradas durante a elaboração do trabalho, nomeadamente relacionadas com limitações técnicas e económicas que condicionaram, em certa medida, o trabalho desenvolvido, foi atingido o objetivo proposto de auditar energeticamente o edifício e caracterizar as instalações técnicas especiais existentes, tendo sido identificadas oportunidades de racionalização de consumos, de remodelação e atualização das instalações, assegurando-se a redução da faturação energética e das emissões de GEE.

Como proposta de trabalhos futuros a realizar no Edifício da Casa Municipal da Proteção Civil e Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra, porque se entende que as intervenções não se devem limitar às identificadas no presente trabalho,

sugere-se a análise das seguintes propostas de trabalhos futuros que se consideram relevantes para o edifício:

- Elaboração de um estudo eletrotécnico, com o objetivo de se estabelecerem circuitos de iluminação segregados, evitando-se que determinadas luminárias se encontrem ligadas desnecessariamente;
- Instalação de detetores de presença em circuitos de iluminação interior e de células crepusculares em circuitos de iluminação exterior, com vista à redução de períodos de funcionamento dos equipamentos e ao consequente aumento do seu tempo de vida útil, redução de consumos e redução de faturação energética;
- Substituição dos atuais equipamentos de termoventilação e unidades de tratamento de ar (que se encontram obsoletos), por equipamentos mais eficientes;
- Instalação de carregadores de veículos elétricos, com vista a dar resposta à atual tendência de aquisição deste tipo de veículos. A utilização de veículos de socorro elétricos em vez de veículos de combustão tradicional, é fundamental em ambientes onde a mobilidade de veículos a combustão é incompatível com os regulamentos em vigor, com a segurança dos locais em causa, ou até mesmo com as políticas ambientais adotadas. Os veículos de socorro elétricos construídos com características específicas (por exemplo, com certificação antideflagrante ATEX, entre outras) podem ser utilizados em instalações industriais, estruturas turísticas, grandes centros comerciais ou municípios, locais fechados, ambientes com risco de explosão, etc. [35];
- Substituição do atual sistema automático de deteção de incêndios, por um sistema de tecnologia atual, mais eficaz e mais bem-adaptado à realidade atual do edifício, incluindo, nomeadamente, a substituição e o reposicionamento das centrais de deteção de incêndio, dos detetores, das botoneiras e sirenes, dos extintores, bem como dos blocos autónomos de iluminação de emergência.

Concluindo, a realização do presente trabalho permitiu consolidar conhecimentos adquiridos durante a formação académica e em contexto de trabalho. O presente documento poderá ser utilizado pelo Município de Coimbra como manual de apoio às diferentes intervenções a realizar no edifício em estudo, servindo, eventualmente, de modelo de referência para outros trabalhos da mesma natureza, a realizar em outros edifícios, que apresentem como principais desafios a melhoria do desempenho energético, a melhoria das condições técnicas e do conforto dos utilizadores, mas também a redução dos consumos de energia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

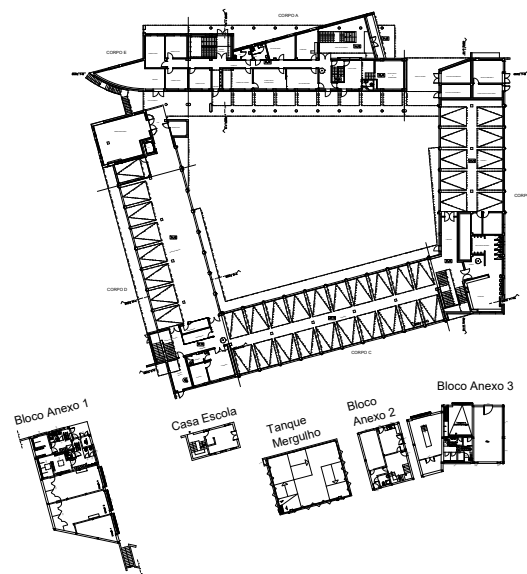
- [1] F. R. S. Franco, “Adaptação às alterações climáticas - O Caso do Porto,” Porto, 2022.
- [2] Nações Unidas, “Causas e Efeitos das Mudanças Climáticas,” [Online]. Available: <https://www.un.org/pt/climatechange/science/causes-effects-climate-change>. [Acedido em julho 2024].
- [3] O Parlamento Europeu e o Conselho da União Europeia, *Diretiva (UE) 2018/844 do Parlamento Europeu e do Conselho de 30 de maio de 2018*, 2018.
- [4] Presidência do Conselho de Ministros, *Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050*, 2024.
- [5] Recuperar Portugal - Governo, [Online]. Available: <https://recuperarportugal.gov.pt/prr/>. [Acedido em abril 2024].
- [6] Fundo Ambiental - Governo, “Eficiência Energética em edifícios de serviços,” 2022. [Online]. Available: https://www.fundoambiental.pt/ficheiros/2023/aviso-c13-edificios-servicos_4-republicacao_alt-dotacao-pdf.aspx. [Acedido em abril 2024].
- [7] Recuperar Portugal - Governo, “Adenda - Plano de Recuperação e Resiliência,” maio 2023. [Online]. Available: <https://recuperarportugal.gov.pt/wp-content/uploads/2023/05/PRR-Adenda-20230526.pdf>. [Acedido em abril 2024].
- [8] Fundo Ambiental - Governo, “Eficiência Energética em Edifícios Residenciais,” 2023. [Online]. Available: https://www.fundoambiental.pt/ficheiros/2023/c13-aac-condominios_23junho_1rep1.aspx. [Acedido em abril 2024].
- [9] Recuperar Portugal - Governo, “Eficiência Energética em Edifícios,” 2023. [Online]. Available: <https://recuperarportugal.gov.pt/recuperarportugal/wordpress/eficiencia-energetica-em-edificios-c13/>. [Acedido em abril 2024].
- [10] Recuperar Portugal - Governo, “TC-r26: Estratégia de Longo Prazo para a Renovação de Edifícios,” 2023. [Online]. Available: <https://recuperarportugal.gov.pt/recuperarportugal/wordpress/2023/02/21/tc-r26-estrategia-de-longo-prazo-para-a-renovacao-de-edificios/>. [Acedido em abril 2024].
- [11] Recuperar Portugal - Governo, “TC-r27: Programa de Eficiência de Recursos na Administração Pública 2030,” 2023. [Online]. Available: <https://recuperarportugal.gov.pt/recuperarportugal/wordpress/2023/02/21/tc-r27-programa-de-eficiencia-de-recursos-na-administracao-publica-2030/>. [Acedido em abril 2024].

- [12] Portugal Energia, “Plano Nacional de Energia e Clima 2021-2030,” [Online]. Available: <https://www.portugalenergia.pt/setor-energetico/bloco-3/>. [Acedido em abril 2024].
- [13] Recuperar Portugal - Governo, 2023. [Online]. Available: <https://recuperarportugal.gov.pt/recuperarportugal/wordpress/2023/02/21/tc-r28-estrategia-nacional-de-longo-prazo-para-o-combate-a-pobreza-energetica/>. [Acedido em abril 2024].
- [14] Recuperar Portugal - Governo, “Eficiência Energética em Edifícios Residenciais,” [Online]. Available: <https://recuperarportugal.gov.pt/recuperarportugal/wordpress/2021/06/13/in-vestimento-tc-c13-i01/>. [Acedido em abril 2024].
- [15] Recuperar Portugal - Governo, “Eficiência energética em edifícios da administração pública central,” [Online]. Available: <https://recuperarportugal.gov.pt/recuperarportugal/wordpress/2021/06/13/in-vestimento-tc-c13-i0/>. [Acedido em abril 2024].
- [16] Recuperar Portugal - Governo, “: Eficiência energética em edifícios de serviços,” [Online]. Available: <https://recuperarportugal.gov.pt/recuperarportugal/wordpress/2021/06/13/in-vestimento-tc-c13-03/>. [Acedido em abril 2024].
- [17] M. d. E. e. d. Emprego, *Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) (RECS)*, 2013.
- [18] ANACOM, *Manual ITED (4.ª edição)*, 2020.
- [19] P. d. C. d. Ministros, *Cálculo do desempenho energético dos edifícios - Certificação Energética*, 7.
- [20] D. G. d. E. e. G.-A. e. A. Climática, *Manual Técnico para Avaliação do Desempenho Energético dos Edifícios*, 2021.
- [21] Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, “Decreto-Lei n.º 123/2009, de 21 de maio,” *Diário da República n.º 98/2009, Série I de 2009-05-21, páginas 3253 - 3279*, maio 2009.
- [22] I. -. I. d. S. e. Qualidade, *Manual de Auditorias Energéticas na Indústria*, 2019.
- [23] Câmara Municipal de Coimbra, “História,” [Online]. Available: <https://www.cm-coimbra.pt/areas/viver/servicos-municipais/bombeiros-sapadores/historial-bsc>. [Acedido em abril 2024].
- [24] EDP, “O que são baterias de condensadores?,” [Online]. Available: <https://www.edp.pt/empresas/apoio-cliente/perguntas-frequentes/conhecer-servicos-empresariais/eliminacao-custo-reativa/o-que-sao-baterias-de-condensadores/faq-15131/>. [Acedido em maio 2024].

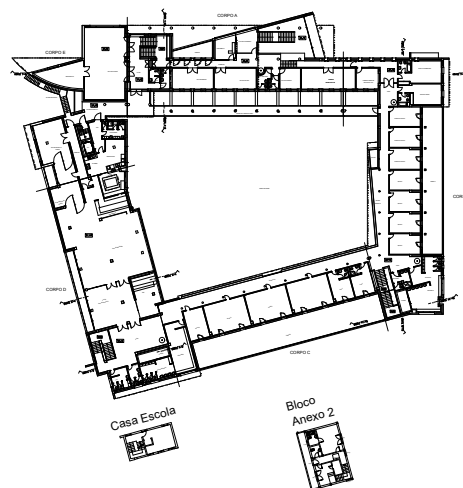
- [25] Secamaq, “EFICIÊNCIA TÉRMICA EM CALDEIRAS: SAIBA SOBRE A IMPORTÂNCIA,” abril 2018. [Online]. Available: <https://www.secamaq.com.br/eficiencia-termica-em-caldeiras/>. [Acedido em junho 2024].
- [26] APWPortugal, “Porque é que a infraestrutura das telecomunicações é de vital importância para a vida moderna,” [Online]. Available: <https://www.apwportugal.pt/porque-e-que-a-infraestrutura-das-telecomunicacoes-e-de-vital-importancia-para-a-vida-moderna/>. [Acedido em junho 2024].
- [27] Ministério da Economia e da Inovação, *Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão - Portaria nº 949-A/2006 de 11 de setembro, 2006*.
- [28] SEGELTEC, “Iluminação no local de trabalho,” agosto 2023. [Online]. Available: <https://segeltec.pt/iluminacao-no-local-de-trabalho/>. [Acedido em julho 2024].
- [29] T. S. d. A. P. Ribeiro, *Luminotecnica – Métodos de avaliação Métodos de avaliação*, 2010.
- [30] T. V. G. Figueira, “Energia Solar em Portugal - Mapeamento do potencial fotovoltaico com recurso a Sistemas de Informação Geográfica,” 2019.
- [31] C. S. P. Grazina, “Uma Base para Projeto de Produção de Energia Elétrica de Origem Fotovoltaica para uma Indústria Aeronáutica,” 2021.
- [32] The World Bank, Global Solar Atlas, Solargis, “Solar resource maps of Portugal,” 2020. [Online]. Available: <https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/portugal>. [Acedido em maio 2024].
- [33] Adene, *10 Soluções Eficiência Energética*.
- [34] Solar resource map © 2021 Solargis, *Solar resource maps of Europe*, 2021.
- [35] Alkè, “Veículos elétricos de combate a incêndios,” [Online]. Available: <https://www.alke.pt/veiculos-combate-incendios>. [Acedido em agosto 2024].
- [36] UNEX, “Caminhos de cabos isolantes 66 em U23X,” [Online]. Available: <https://files.unex.net/PT/saber-mais/Caminhos-de-cabos-66-U23X/index.html>. [Acedido em julho 2024].
- [37] UNEX, “Calhas 93 em U23X cor branco,” [Online]. Available: <https://files.unex.net/PT/saber-mais/Calhas-93-U23X/index.html>. [Acedido em julho 2024].

APÊNDICES E ANEXOS

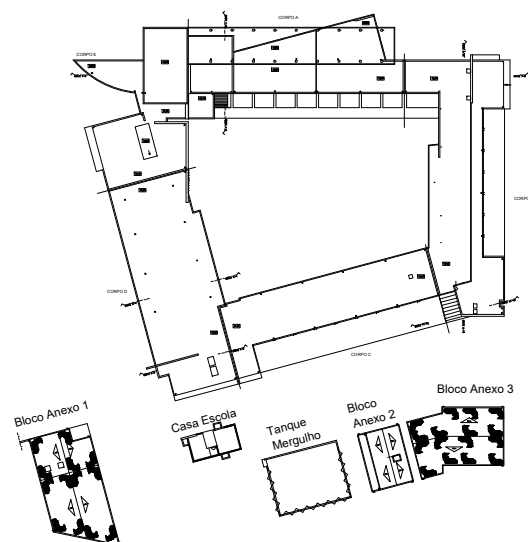
Apêndice A – Plantas de Arquitetura



 CÂMARA MUNICIPAL COIMBRA		DEPARTAMENTO DE EDIFÍCIOS E EQUIPAMENTOS MUNICIPAIS DIVISÃO DE EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS	
Projeto: Casa Municipal da Proteção Civil, Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra			
Desenho: Planta do Piso 0			
Especialidade: Arquitetura		Revisão Nº:	Fase:
Levantou:		Data:	Esc. 1/1000
Projetou:		Ref:	FOLHA Nº:
Desenhou:		01	
Desenhado em AutoCAD, Licenciado para Câmara Municipal de Coimbra			



 CÂMARA MUNICIPAL COIMBRA		DEPARTAMENTO DE EDIFÍCIOS E EQUIPAMENTOS MUNICIPAIS DIVISÃO DE EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS	
Projeto: Casa Municipal da Proteção Civil, Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra			
Desenho: Planta do Piso 1			
Especialidade: Arquitetura		Revisão Nº:	Fase:
Levantou:		Data:	Esc. 1/1000
Projetou:		Ref:	FOLHA Nº: 02
Desenhou:			
Desenhado em AutoCAD, Licenciado para Câmara Municipal de Coimbra			



 CÂMARA MUNICIPAL COIMBRA		DEPARTAMENTO DE EDIFÍCIOS E EQUIPAMENTOS MUNICIPAIS DIVISÃO DE EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS	
Projeto: Casa Municipal da Proteção Civil, Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra			
Desenho: Planta da Cobertura			
Especialidade: Arquitetura		Revisão Nº:	Fase:
Levantou:		Data:	Esc. 1/1000
Projetou:		Ref:	FOLHA Nº:
Desenhou:		03	
Desenhado em AutoCAD, Licenciado para Câmara Municipal de Coimbra			

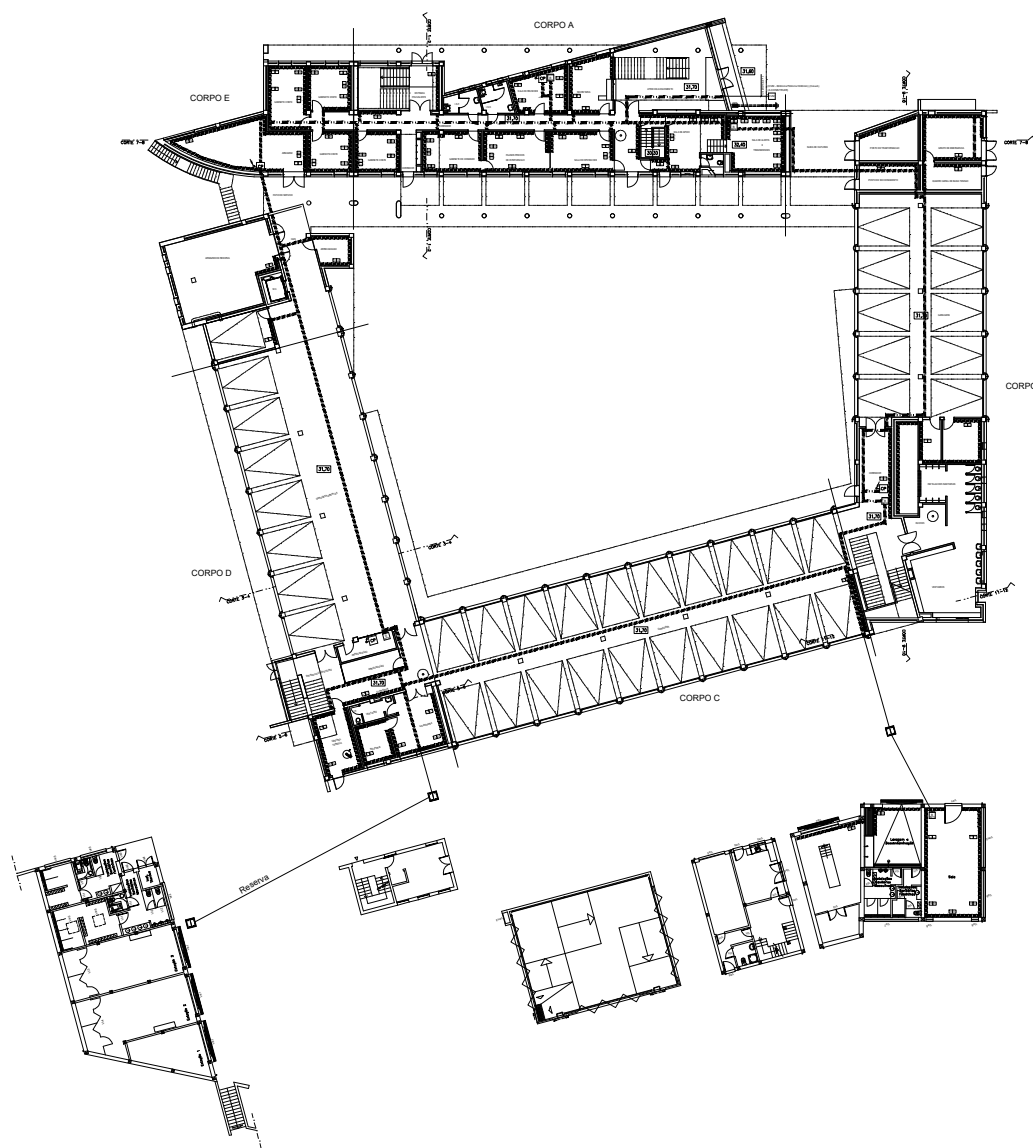
Apêndice B – Lista de Vãos Exteriores

ID (Vão Exterior)	Espaço	Orientação	Tipo	L [m]	H [m]	Raio [m]	Geometria	Quantidades	Observações
VE01	1.1.1-Entrada	NE	Fixa+Giratória+Opaca	7.86	8.46			1	Parte giratória com 0,9x2,23 e parte opaca com 0,9x2,23
VE02	1.1.1-Entrada	NO	Fixa	8.90	0.90			1	
VE02.1	2.3-Corredor	NO	Fixa+Giratória	1.56	2.00			1	Parte fixa com 0,45x2
VE03	2.4-Armazém de géneros (Sala estar chefes)	SO	De correr	1.80	1.15			1	
VE03	2.4-Armazém de géneros (Sala estar chefes)	SO	De correr	1.80	1.15			1	
VE04	2.5-Sala de refeições chefes	SO	Fixa+Correr	3.25	2.73			1	Parte fixa com 3,25x0,62
VE05	2.5-Sala de refeições chefes	NO	Fixa+Correr	1.55	2.72			1	Parte fixa com 1,55x0,62
VE06	2.6-Sala de refeições	SO	Fixa+Correr	7.75	2.83			1	Parte fixa com 7,75x0,62
VE07	2.6-Sala de refeições	NE	De correr	3.00	1.64			1	
VE08	2.6-Sala de refeições	NO	Fixa	1.25	2.14			1	
VE09	2.6-Sala de refeições	NE	De correr	12.10	2.14			1	
VE10	2.7-Cozinha	E	De correr	3.00	1.64			1	
VE11	2.7-Cozinha	E	De correr	3.00	1.64			1	
VE12	2.8-IS Pessoal	N	Fixa+Giratória	3.20	0.68			1	1/3 fixa + 2/3 giratória
VE13	2.9-Cais (Circulação)	N	Giratória	1.24	2.00			1	
VE06.1	2.10-Sala de estar	SO	De correr	7.82	2.83			1	Parte fixa com 7,82x0,62
VE14	2.11-Bar	NE	De correr	5.84	2.14			1	
VE15	2.12-Átrio	SO	Fixa	5.45	2.70			1	
VE16	2.13-IS H	SO	Fixa+Giratória	1.60	0.58			1	1/2 fixa + 1/2 giratória
VE16	2.14-IS M	SE	Fixa+Giratória	1.60	0.58			1	1/2 fixa + 1/2 giratória
VE17	2.15-Vestiários	SE	Fixa	0.80	0.58			1	
VE18	2.15-Vestiários	SE	Fixa+Giratória	3.00	0.58			1	1/3 fixa + 2/3 giratória
VE19	2.16-Vestiários	SE	Giratória	1.20	2.00			1	
VE19	2.21-Suite	SE	Giratória	1.20	2.00			1	
VE19	2.20-Suite	SE	Giratória	1.20	2.00			1	
VE19	2.17-Camarata	SE	Giratória	1.20	2.00			1	
VE19	2.17-Camarata	SE	Giratória	1.20	2.00			1	
VE19	2.18-Camarata	SE	Giratória	1.20	2.00			1	
VE19	2.18-Camarata	SE	Giratória	1.20	2.00			1	
VE19	2.19-Camarata	SE	Giratória	1.20	2.00			1	
VE19	2.19-Camarata	SE	Giratória	1.20	2.00			1	
VE20	2.22-Galeria sul	NO	Fixa	0.60	3.05			1	
VE21	2.22-Galeria sul	NO	Fixa			0.3	Circular	1	
VE21	2.22-Galeria sul	NO	Fixa			0.3	Circular	1	
VE21	2.22-Galeria sul	NO	Fixa			0.3	Circular	1	
VE21	2.22-Galeria sul	NO	Fixa			0.3	Circular	1	
VE21	2.22-Galeria sul	NO	Fixa			0.3	Circular	1	
VE21	2.22-Galeria sul	NO	Fixa			0.3	Circular	1	
VE21	2.22-Galeria sul	NO	Fixa			0.3	Circular	1	
VE21	2.22-Galeria sul	NO	Fixa			0.3	Circular	1	
VE22	2.22-Galeria sul	NO	Fixa	3.71	3.03			1	
VE23	2.24-Vestiários	S	Fixa+Giratória	3.00	0.58			1	1/3 fixa + 2/3 giratória
VE24	2.24-Vestiários	E	Fixa	0.90	3.04			1	
VE25	2.24-Vestiários	E	Giratória	0.80	0.57			1	
VE26	2.24-Vestiários	E	Giratória	0.60	0.57			1	
VE26	2.24-Vestiários	E	Giratória	0.60	0.57			1	
VH01	2.25-Escadas e circulação	H	Fixa	2.58	4.70			1	
VE27	2.26-Quarto	E	Giratória	1.20	2.00			1	
VE27	2.27-Quarto	E	Giratória	1.20	2.00			1	

ID (Vão Exterior)	Espaço	Orientação	Tipo	L [m]	H [m]	Raio [m]	Geometria	Quantidades	Observações
VE27	2.28-Quarto	E	Giratória	1.20	2.00			1	
VE27	2.29-Quarto	E	Giratória	1.20	2.00			1	
VE27	2.30-Galeria nascente	E	Giratória	1.20	2.00			1	
VE27	2.31-Quarto de alerta (uso pontual)	E	Giratória	1.20	2.00			1	
VE27	2.32-Quarto de alerta (uso pontual)	E	Giratória	1.20	2.00			1	
VE21	2.30-Galeria nascente	O	Fixa			0.3	Circular	1	
VE21	2.30-Galeria nascente	O	Fixa			0.3	Circular	1	
VE21	2.30-Galeria nascente	O	Fixa			0.3	Circular	1	
VE28	2.30-Galeria nascente	N	Fixa	1.40	3.02			1	
VE29	2.30-Galeria nascente	O	Fixa+Correr	3.50	3.02			1	Parte fixa com 3,5x0,52
VE30	2.30-Galeria nascente	O	Giratória	0.90	2.00			1	
VE31	2.34-Corredor	N	Fixa	0.63	1.20			4	
VE32	2.35-Suite chefes	E	Giratória	1.20	1.18			1	
VE32	2.36-Suite comandante	E	Giratória	1.20	1.18			1	
VE31	2.36-Suite comandante	N	Fixa	0.63	1.20			1	
VE33	2.37-Gab. vereador PC	S	Giratória	1.20	1.14			1	
VE33	2.37-Gab. vereador PC	S	Giratória	1.20	1.14			1	
VE33	2.38-Gab. PC	S	Giratória	1.20	1.14			1	
VE33	2.38-Gab. PC	S	Giratória	1.20	1.14			1	
VE33	2.38-Gab. PC	S	Giratória	1.20	1.14			1	
VE33	2.38-Gab. PC	S	Giratória	1.20	1.14			1	
VE33	2.38-Gab. PC	S	Giratória	1.20	1.14			1	
VE34	2.39-Corredor	N	Fixa	0.63	1.20			3	
VE33	2.40-Sala reuniões	S	Giratória	1.20	1.14			1	
VE33	2.40-Sala reuniões	S	Giratória	1.20	1.14			1	
VE33	2.41-IS	S	Giratória	1.20	1.14			1	
VE33	2.42-IS (Arrumo)	S	Giratória	1.20	1.14			1	
VE34.1	2.43-Hall de acolhimento	NO	Fixa	3.70	1.07			1	
VE35	2.44-Atendimento	NO	Fixa	3.70	1.07			1	
VE33	2.45-Secção técnica (Gab. Técn. Florestal)	S	Giratória	1.20	1.14			1	
VE33	2.45-Secção técnica (Gab. Técn. Florestal)	S	Giratória	1.20	1.14			1	
VE33	2.45-Secção técnica (Gab. Técn. Florestal)	S	Giratória	1.20	1.14			1	
VE33	2.45-Secção técnica (Gab. Técn. Florestal)	S	Giratória	1.20	1.14			1	
VE35.1	2.46-Corredor	N	Giratória	1.20	2.00			4	
VE33	2.47-Sala desenho (Gab. Plan. Ed.)	S	Giratória	1.20	1.14			1	
VE33	2.47-Sala desenho (Gab. Plan. Ed.)	S	Giratória	1.20	1.14			1	
VE33	2.47-Sala desenho (Gab. Plan. Ed.)	S	Giratória	1.20	1.14			1	
VE33	2.47-Sala desenho (Gab. Plan. Ed.)	S	Giratória	1.20	1.14			1	
VE36	2.48-Circulação	N	Fixa	2.00	2.35			1	
VE37	2.48-Circulação	N	Fixa	2.60	6.61			1	
VE38	2.48-Circulação	S	Fixa+Giratória	3.18	2.20			1	Parte giratória com 2,1x2,2
VE39.1	2.49-IS M	S	Fixa	1.70	0.60			1	
VE39.2	2.48-Circulação	S	Fixa	0.50	0.60			1	
VE39.3	2.48-Circulação	S	Giratória	0.80	0.60			1	
VE40	2.51-Sala Polivalente	N	Fixa	5.57	0.96			1	
VE44	1.53-Entrada polivalente	N	Fixa	1.00	2.61			1	
VE33	1.54-Gabinete Chefe	N	Giratória	1.20	1.14			1	
VE33	1.55-Gabinete Chefe	N	Giratória	1.20	1.14			1	
VE33	1.56-Gabinete Chefe	S	Giratória	1.20	1.14			1	

ID (Vão Exterior)	Espaço	Orientação	Tipo	L [m]	H [m]	Raio [m]	Geometria	Quantidades	Observações
VE33	1.58-Gabinete de comando	S	Giratória	1.20	1.14			1	
VE33	1.58-Gabinete de comando	S	Giratória	1.20	1.14			1	
VE45	1.59-IS F	NO	Fixa	0.60	0.60			1	
VE45	1.59-IS F	NO	Fixa	0.60	0.60			1	
VE45	1.60-IS M	NO	Fixa	0.60	0.60			1	
VE45	1.60-IS M	NO	Fixa	0.60	0.60			1	
VE33	1.61-Planos prévios de intervenção	S	Giratória	1.20	1.14			1	
VE33	1.62-Gabinete	NO	Giratória	1.20	1.14			1	
VE33	1.62-Gabinete	NO	Giratória	1.20	1.14			1	
VE33	1.63-Secretaria	NO	Giratória	1.20	1.14			1	
VE46	1.63-Secretaria	NO	Fixa	1.20	1.00			1	
VE33	1.64-Sala de operações	SE	Giratória	1.20	1.14			1	
VE33	1.64-Sala de operações	SE	Giratória	1.20	1.14			1	
VE33	1.66-Sala de apoio	SE	Giratória	1.20	1.14			1	
VE47	1.67-IS	SE	Giratória	0.78	0.53			1	
VE48	1.68-Sala de alerta e transmissões	SE	Fixa	3.23	2.33			1	
VE48	1.68-Sala de alerta e transmissões	NO	Fixa	3.23	2.33			1	
VE49.1	1.68-Sala de alerta e transmissões	NE	Fixa	5.30	1.63			1	
VE49.2	1.68-Sala de alerta e transmissões	NE	Fixa	1.32	0.70			1	
VE49.3	1.68-Sala de alerta e transmissões	NE	De correr	1.00	0.70			1	
VE50	1.75-Circulação	NO	Fixa	1.85	5.25			1	
VE51	1.75-Circulação	NE	Fixa+Opaca	5.71	5.25			1	Parte opaca com 0,73x2
VE52	1.79-Ginásio	N	Fixa+Giratória	3.00	3.17			1	Parte giratória com 1,45x0,6
VE53	1.80-Lavandaria	SE	Fixa+Giratória	1.58	0.55			1	1/2 fixa + 1/2 giratória
VE54	1.1-A-Sala de formação	E	Giratória	4.35	0.55			1	
VE55	1.1-A-Sala de formação	E	Giratória	5.60	0.55			1	
VE56	1.1-A-Sala de formação	S	Fixa	4.35	0.55			1	
VE56	1.1-A-Sala de formação	S	Fixa	5.60	0.55			1	

Apêndice C – Peças Desenhadas do Projeto de Telecomunicações



NOTAS:

- (*) - Tomadas a instalar a 1,80m de altura (em conjunto com tomada de energia).
- (*)1) - A partir do Bastidor Principal encontram-se estabelecidas ligações através de cabo de fibra ótica aos restantes Bastidores Parciais. Paralelamente, em caso de necessidade, encontra-se estabelecido um anel de ligação através de cabo de par de cobre, entre todos os Bastidores existentes.
- (*)2) - Para efeitos de traçados de cabos, deverão ser seguidos os caminhos de cabos e calha técnica apresentados.
- (*)3) - Considere-se para o edifício em estudo a seguinte classe ambiental: M₁;C₁E₁

CÂMARA MUNICIPAL

COIMBRA

DEPARTAMENTO DE EDIFÍCIOS E EQUIPAMENTOS MUNICIPAIS

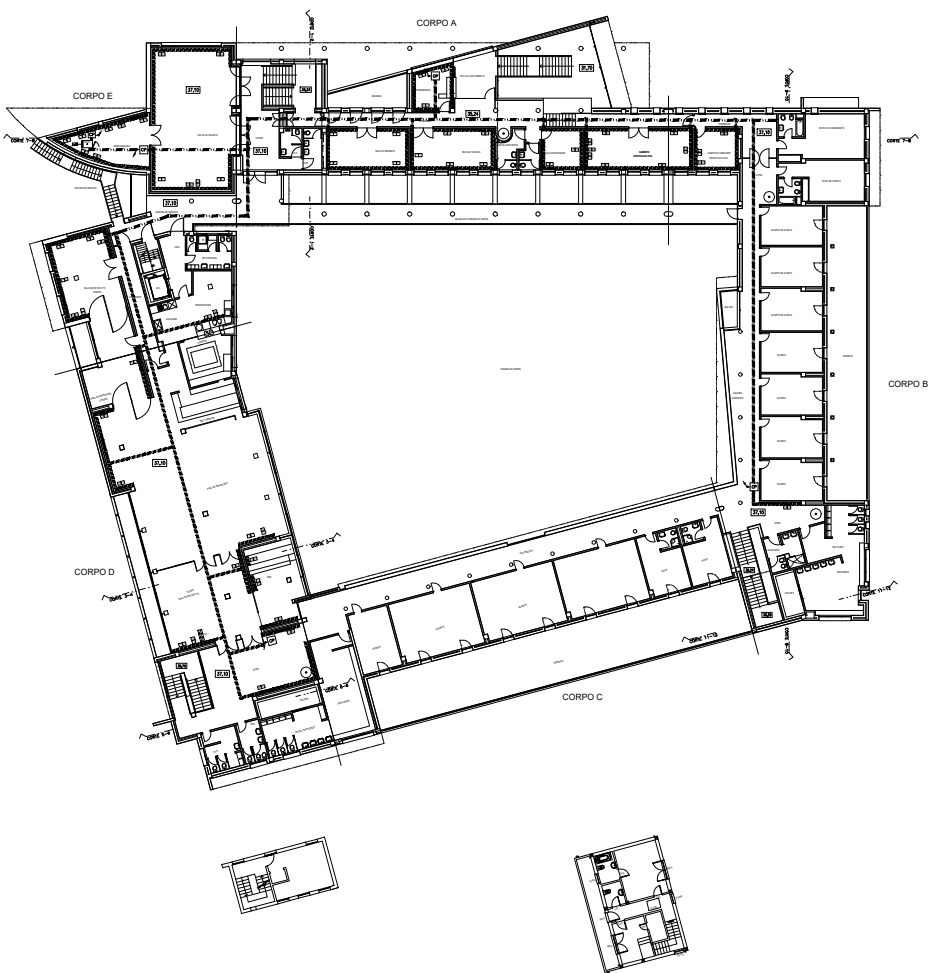
DIVISÃO DE EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS

Projeto: Casa Municipal da Proteção Civil, Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra

Desenho: Rede de Tubagens - Piso 0

Especialidade: Projeto de Telecomunicações	Revisão Nº:	Fase: Projeto de Execução
Levantou:	Data: Junho 2024	Esc. 1/1000
Projetou: Eng.º Daniel Gonçalves	Ref:	FOLHA Nº: 01
Desenhou: Eng.º Daniel Gonçalves		

Desenhado em AutoCAD, Licenciado para Câmara Municipal de Coimbra



NOTAS:

- (*) - Tomadas a instalar a 1,80m de altura (em conjunto com tomada de energia).
- (*)1) - A partir do Bastidor Principal encontram-se estabelecidas ligações através de cabo de fibra ótica aos restantes Bastidores Parciais. Paralelamente, em caso de necessidade, encontra-se estabelecido um anel de ligação através de cabo de par de cobre, entre todos os Bastidores existentes.
- (*)2) - Para efeitos de traçados de cabos, deverão ser seguidos os caminhos de cabos e calha técnica apresentados.
- (*)3) - Considere-se para o edifício em estudo a seguinte classe ambiental: M₁;C₁E₁



CÂMARA MUNICIPAL
COIMBRA

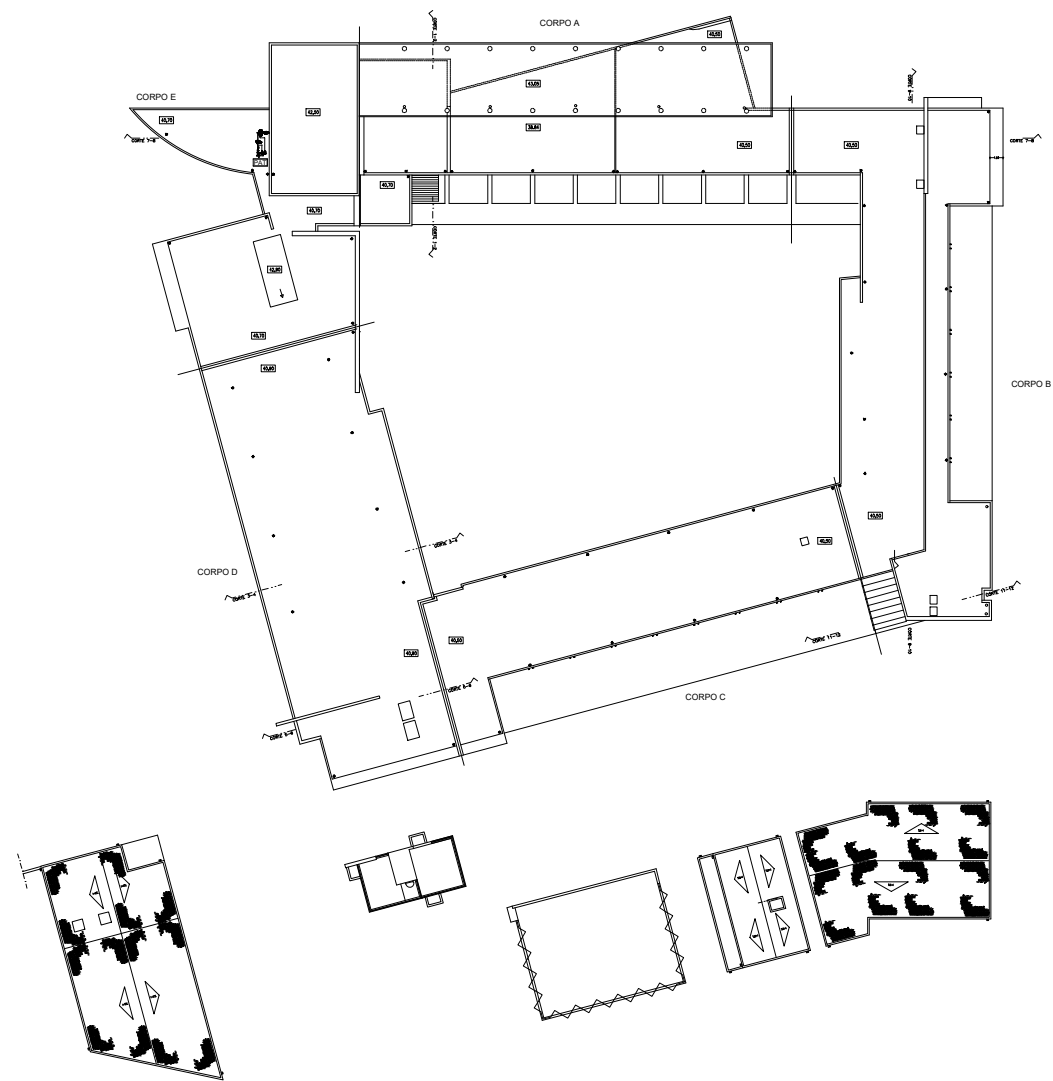
DEPARTAMENTO DE EDIFÍCIOS E EQUIPAMENTOS MUNICIPAIS
DIVISÃO DE EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS

Projeto:

Desenho: Rede de Tubagens - Piso 1

Especialidade: Projeto de Telecomunicações	Revisão Nº:	Fase: Projeto de Execução
Levantou:	Data: Junho 2024	Esc. 1/1000
Projetou: Eng.º Daniel Gonçalves	Ref:	FOLHA Nº: 02
Desenhou: Eng.º Daniel Gonçalves		

Desenhado em AutoCAD, Licenciado para Câmara Municipal de Coimbra



NOTAS:
(*1) - Tomadas a instalar a 1,80m de altura (em conjunto com tomada de energia).
(*1) - A partir do Bastidor Principal encontram-se estabelecidas ligações através de cabo de fibra ótica aos restantes Bastidores Parciais. Paralelamente, em caso de necessidade, encontra-se estabelecido um anel de ligação através de cabo de par de cobre, entre todos os Bastidores existentes.
(*2) - Para efeitos de traçados de cabos, deverão ser seguidos os caminhos de cabos e calha técnica apresentados.
(*3) - Considere-se para o edifício em estudo a seguinte classe ambiental: M₁/C₁/E₁



CÂMARA MUNICIPAL

COIMBRA

DEPARTAMENTO DE EDIFÍCIOS E EQUIPAMENTOS MUNICIPAIS

DIVISÃO DE EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS

Projeto:

Desenho: Rede de Tubagens - Cobertura

Especialidade: Projeto de Telecomunicações

Levantou:

Projetou: Eng.º Daniel Gonçalves

Desenhou: Eng.º Daniel Gonçalves

Revisão Nº:

Data: Junho 2024

Ref:

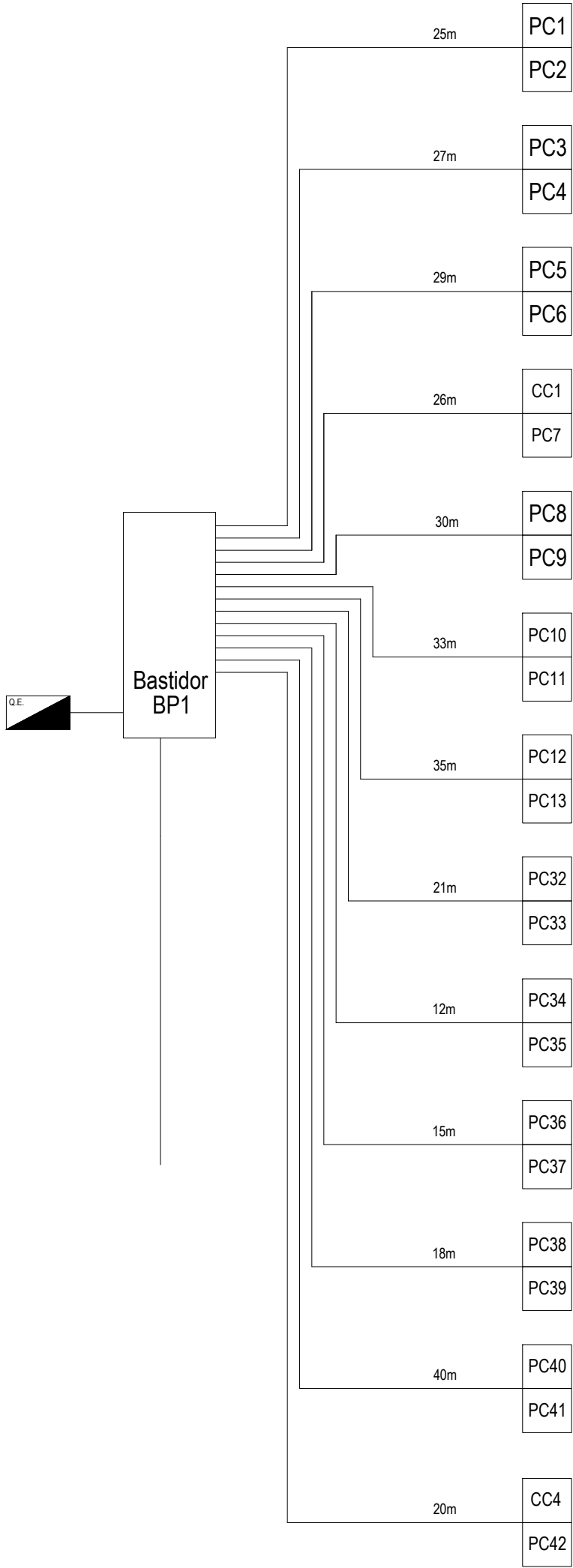
Fase: Projeto de Execução

Esc. 1/1000

FOLHA Nº: 03

Desenhado em AutoCAD, Licenciado para Câmara Municipal de Coimbra

	Tomada em espelho duplo - Constituída por uma tomada Par de Cobre nº x e uma tomada Cabo Coaxial nº x		Caixa de Passagem de Pavimento (600mmx750mmx1000mm) (CxLxA)
	Tomada dupla - Constituída por uma tomada dupla de Par de Cobre (nº x e y)		Instalação em Calha Técnica 50x150, Ref.ª 93074-42, do fabricante UNEX, ou equivalente.
	ZAP (Zona de Acesso Privilegiado) - Constituída por 2 tomadas coaxiais, uma tomada dupla de par de cobre e uma tomada dupla de fibra ótica		Instalação em Caminho de Cabos 100x400, Ref.ª 66420-48, do fabricante UNEX, ou equivalente.
	Bastidor de Telecomunicações Parcial nº x		4 tubos corrugados, cor verde, Ø110
	Bastidor de Telecomunicações Principal		Câmara de Visita Multioperador
	Descrição das Condições Ambientais		Caixa de Passagem Interior Saliente
	Quadro Elétrico		
	Repartidor Cliente Coaxial		
	Repartidor Cliente de Par de Cobre		
	Repartidor Cliente de Fibra Ótica		
	Tomada Coaxial		
	Tomada de Pares de Cobre		
	Tomada de Fibra Ótica		
	Descarregador de Sobreensões		
	Passagem Aérea de Topo		
	Terminal Principal de Terra		
	Barramento Geral de Terra das ITED		
	Barramento de Terra da Instalação Elétrica		



NOTAS:
1 - A rede de tubagem será estabelecida com recurso a calha técnica e caminhos de cabos do fabricante UNEX, ou equivalente, conforme memória descritiva e peças desenhadas;
2 - Toda a cablagem deverá ser identificada, de forma inequívoca e indelével, em ambas as extremidades com a mesma designação da tomada de cliente, onde se irá ligar.



CÂMARA MUNICIPAL

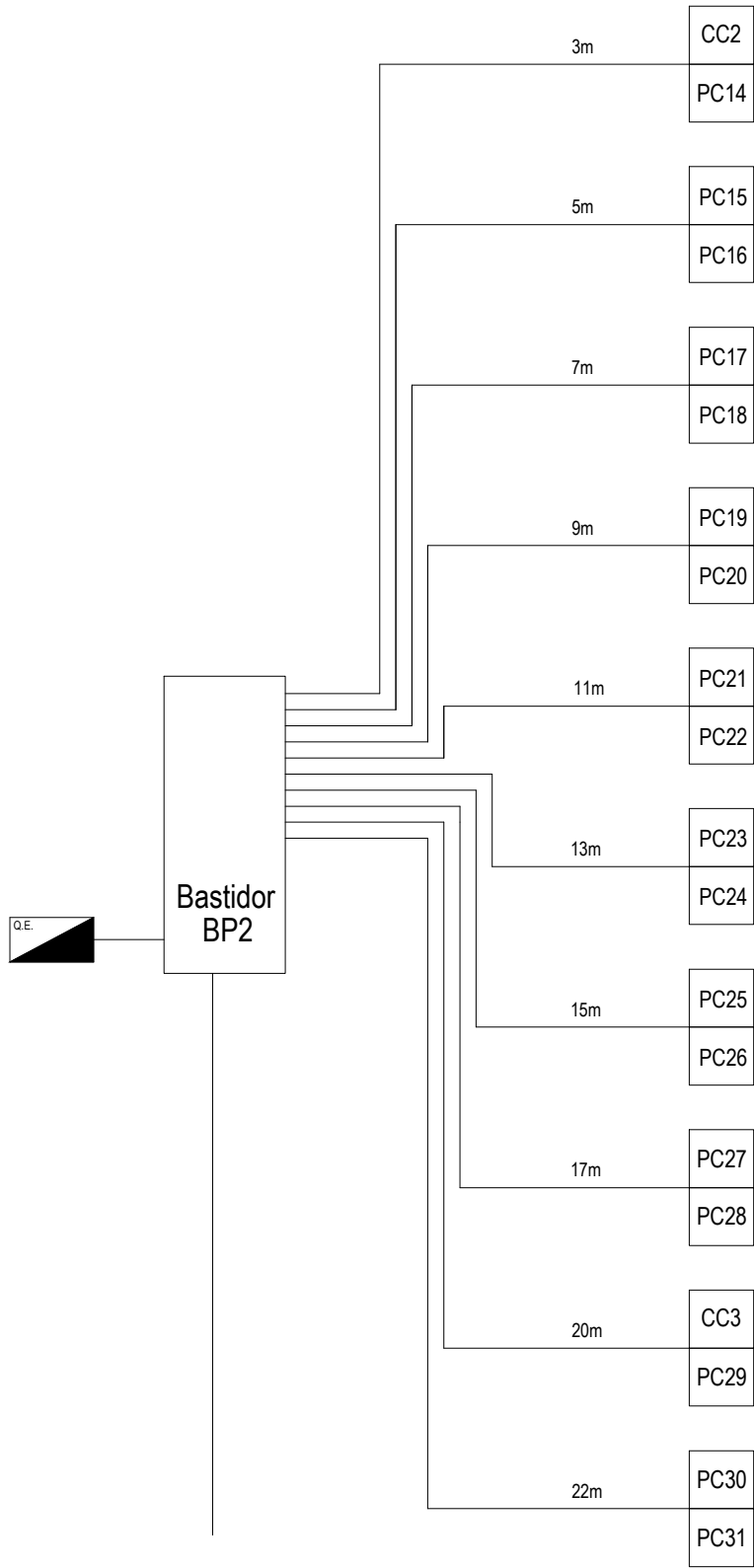
COIMBRA

DEPARTAMENTO DE EDIFÍCIOS E EQUIPAMENTOS MUNICIPAIS

DIVISÃO DE EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS

Projeto: Casa Municipal da Proteção Civil, Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra

Desenho: Diagrama de Tubagens		
Especialidade: Projeto de Telecomunicações	Revisão Nº:	Fase: Projeto de Execução
Levantou:	Data: Junho 2024	Esc. 1/1000
Projetou: Eng.º Daniel Gonçalves	Ref:	FOLHA Nº:
Desenhou: Eng.º Daniel Gonçalves		05
Desenhado em AutoCAD, Licenciado para Câmara Municipal de Coimbra		



NOTAS:
1 - A rede de tubagem será estabelecida com recurso a calha técnica e caminhos de cabos do fabricante UNEX, ou equivalente, conforme memória descritiva e peças desenhadas;
2 - Toda a cablagem deverá ser identificada, de forma inequívoca e indelével, em ambas as extremidades com a mesma designação da tomada de cliente, onde se irá ligar.



CÂMARA MUNICIPAL

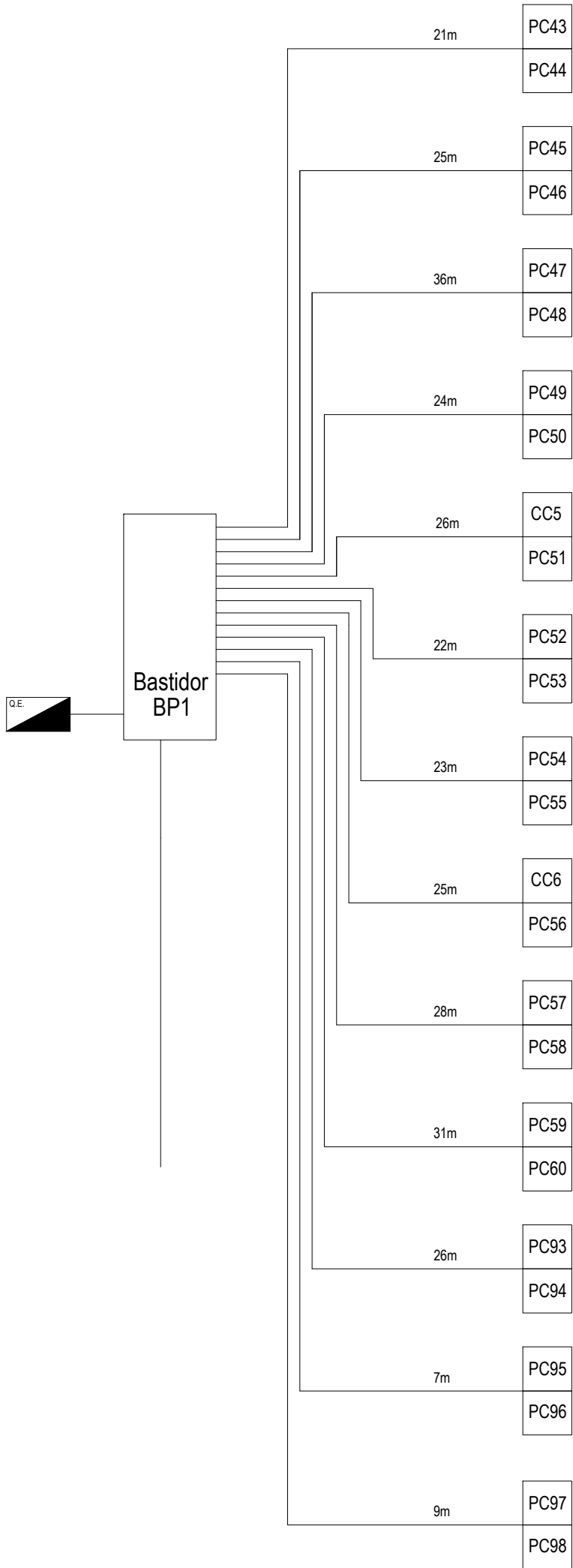
COIMBRA

DEPARTAMENTO DE EDIFÍCIOS E EQUIPAMENTOS MUNICIPAIS

DIVISÃO DE EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS

Projeto: Casa Municipal da Proteção Civil, Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra

Desenho: Diagrama de Tubagens		
Especialidade: Projeto de Telecomunicações	Revisão Nº:	Fase: Projeto de Execução
Levantou:	Data: Junho 2024	Esc. 1/1000
Projetou: Eng.º Daniel Gonçalves	Ref:	FOLHA Nº: 06
Desenhou: Eng.º Daniel Gonçalves		
Desenhado em AutoCAD, Licenciado para Câmara Municipal de Coimbra		



NOTAS:
1 - A rede de tubagem será estabelecida com recurso a calha técnica e caminhos de cabos do fabricante UNEX, ou equivalente, conforme memória descritiva e peças desenhadas;
2 - Toda a cablagem deverá ser identificada, de forma inequívoca e indelével, em ambas as extremidades com a mesma designação da tomada de cliente, onde se irá ligar.



CÂMARA MUNICIPAL

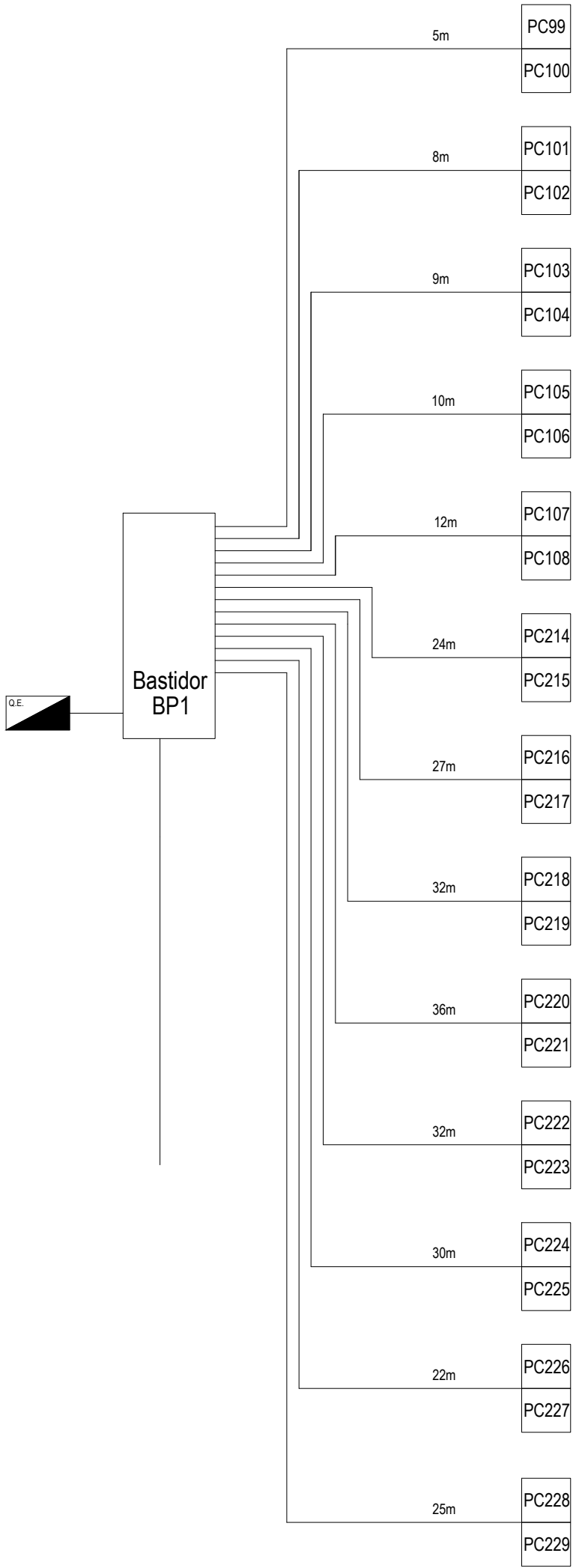
COIMBRA

DEPARTAMENTO DE EDIFÍCIOS E EQUIPAMENTOS MUNICIPAIS

DIVISÃO DE EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS

Projeto: Casa Municipal da Proteção Civil, Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra

Desenho: Diagrama de Tubagens		
Especialidade: Projeto de Telecomunicações	Revisão Nº:	Fase: Projeto de Execução
Levantou:	Data: Junho 2024	Esc. 1/1000
Projetou: Eng.º Daniel Gonçalves	Ref:	FOLHA Nº: 07
Desenhou: Eng.º Daniel Gonçalves		
Desenhado em AutoCAD, Licenciado para Câmara Municipal de Coimbra		



NOTAS:
1 - A rede de tubagem será estabelecida com recurso a calha técnica e caminhos de cabos do fabricante UNEX, ou equivalente, conforme memória descritiva e peças desenhadas;
2 - Toda a cablagem deverá ser identificada, de forma inequívoca e indelével, em ambas as extremidades com a mesma designação da tomada de cliente, onde se irá ligar.



CÂMARA MUNICIPAL

COIMBRA

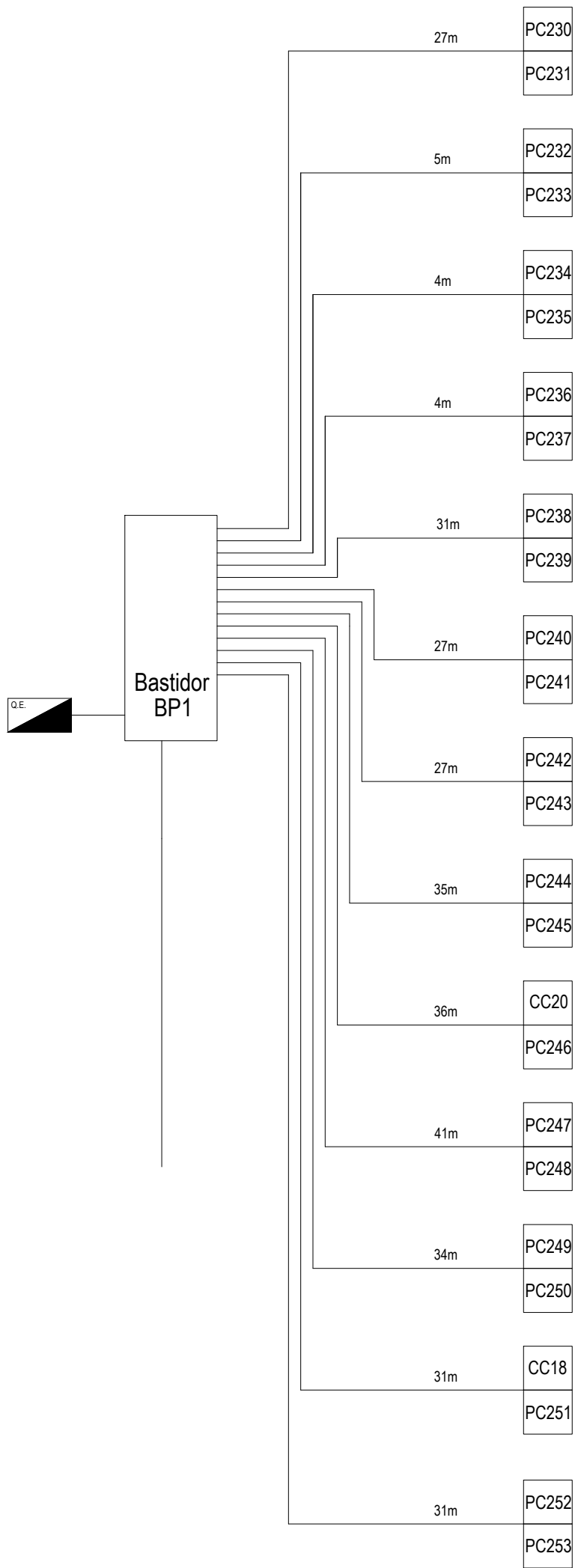
DEPARTAMENTO DE EDIFÍCIOS E EQUIPAMENTOS MUNICIPAIS

DIVISÃO DE EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS

Projeto: Casa Municipal da Proteção Civil, Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra

Desenho: Diagrama de Tubagens		
Especialidade: Projeto de Telecomunicações	Revisão Nº:	Fase: Projeto de Execução
Levantou:	Data: Junho 2024	Esc. 1/1000
Projetou: Eng.º Daniel Gonçalves	Ref:	FOLHA Nº:
Desenhou: Eng.º Daniel Gonçalves		08

Desenhado em AutoCAD, Licenciado para Câmara Municipal de Coimbra



NOTAS:
1 - A rede de tubagem será estabelecida com recurso a calha técnica e caminhos de cabos do fabricante UNEX, ou equivalente, conforme memória descritiva e peças desenhadas;
2 - Toda a cablagem deverá ser identificada, de forma inequívoca e indelével, em ambas as extremidades com a mesma designação da tomada de cliente, onde se irá ligar.



CÂMARA MUNICIPAL

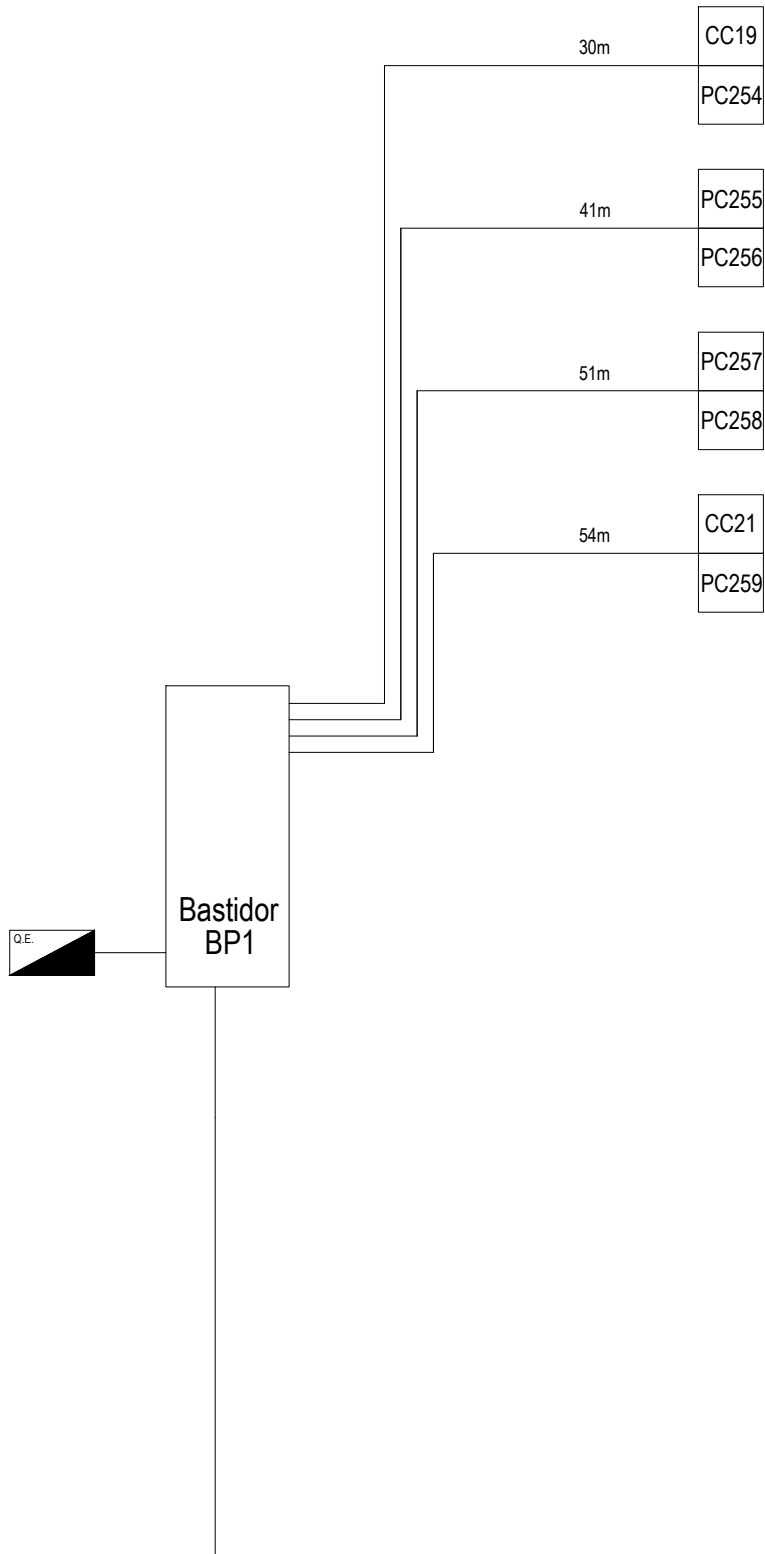
COIMBRA

DEPARTAMENTO DE EDIFÍCIOS E EQUIPAMENTOS MUNICIPAIS

DIVISÃO DE EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS

Projeto: Casa Municipal da Proteção Civil, Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra

Desenho: Diagrama de Tubagens		
Especialidade: Projeto de Telecomunicações	Revisão Nº:	Fase: Projeto de Execução
Levantou:	Data: Junho 2024	Esc. 1/1000
Projetou: Eng.º Daniel Gonçalves	Ref:	FOLHA Nº:
Desenhou: Eng.º Daniel Gonçalves		09
Desenhado em AutoCAD, Licenciado para Câmara Municipal de Coimbra		



NOTAS:
1 - A rede de tubagem será estabelecida com recurso a calha técnica e caminhos de cabos do fabricante UNEX, ou equivalente, conforme memória descritiva e peças desenhadas;
2 - Toda a cablagem deverá ser identificada, de forma inequívoca e indelével, em ambas as extremidades com a mesma designação da tomada de cliente, onde se irá ligar.



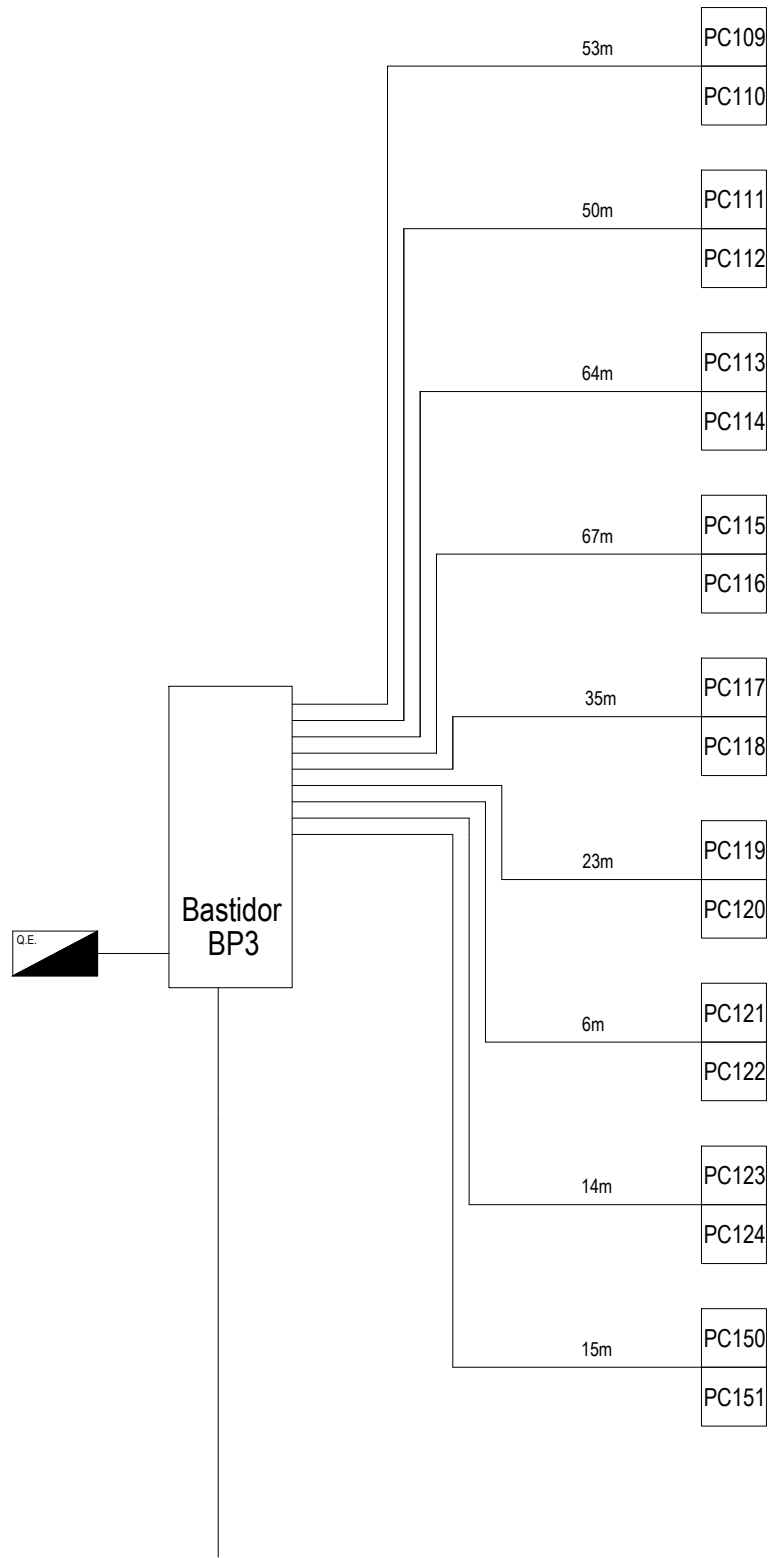
CÂMARA MUNICIPAL

COIMBRA

DEPARTAMENTO DE EDIFÍCIOS E EQUIPAMENTOS MUNICIPAIS
DIVISÃO DE EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS

Projeto: Casa Municipal da Proteção Civil, Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra

Desenho: Diagrama de Tubagens		
Especialidade: Projeto de Telecomunicações	Revisão Nº:	Fase: Projeto de Execução
Levantou:	Data: Junho 2024	Esc. 1/1000
Projetou: Eng.º Daniel Gonçalves	Ref:	FOLHA Nº: 10
Desenhou: Eng.º Daniel Gonçalves		
Desenhado em AutoCAD, Licenciado para Câmara Municipal de Coimbra		



NOTAS:
1 - A rede de tubagem será estabelecida com recurso a calha técnica e caminhos de cabos do fabricante UNEX, ou equivalente, conforme memória descritiva e peças desenhadas;
2 - Toda a cablagem deverá ser identificada, de forma inequívoca e indelével, em ambas as extremidades com a mesma designação da tomada de cliente, onde se irá ligar.



CÂMARA MUNICIPAL

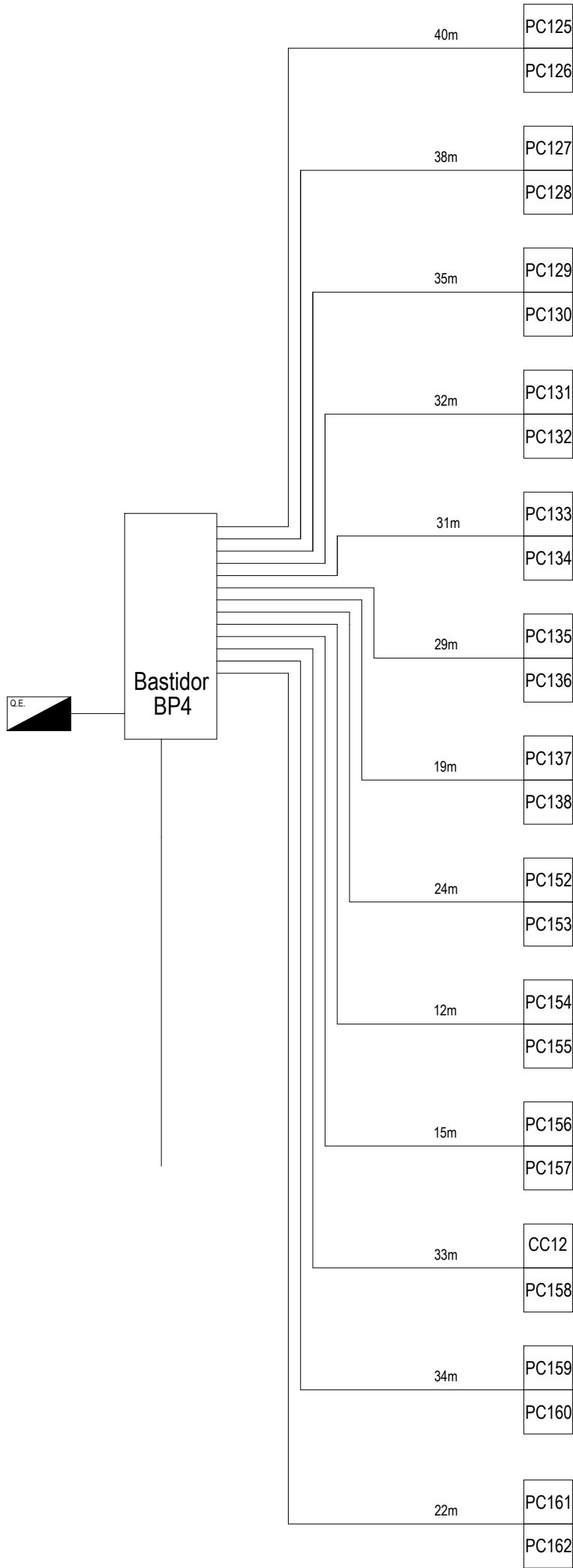
COIMBRA

DEPARTAMENTO DE EDIFÍCIOS E EQUIPAMENTOS MUNICIPAIS

DIVISÃO DE EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS

Projeto: Casa Municipal da Proteção Civil, Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra

Desenho: Diagrama de Tubagens		
Especialidade: Projeto de Telecomunicações	Revisão Nº:	Fase: Projeto de Execução
Levantou:	Data: Junho 2024	Esc. 1/1000
Projetou: Eng.º Daniel Gonçalves	Ref:	FOLHA Nº: 11
Desenhou: Eng.º Daniel Gonçalves		
Desenhado em AutoCAD, Licenciado para Câmara Municipal de Coimbra		



NOTAS:
1 - A rede de tubagem será estabelecida com recurso a calha técnica e caminhos de cabos do fabricante UNEX, ou equivalente, conforme memória descritiva e peças desenhadas;
2 - Toda a cablagem deverá ser identificada, de forma inequívoca e indelével, em ambas as extremidades com a mesma designação da tomada de cliente, onde se irá ligar.



CÂMARA MUNICIPAL

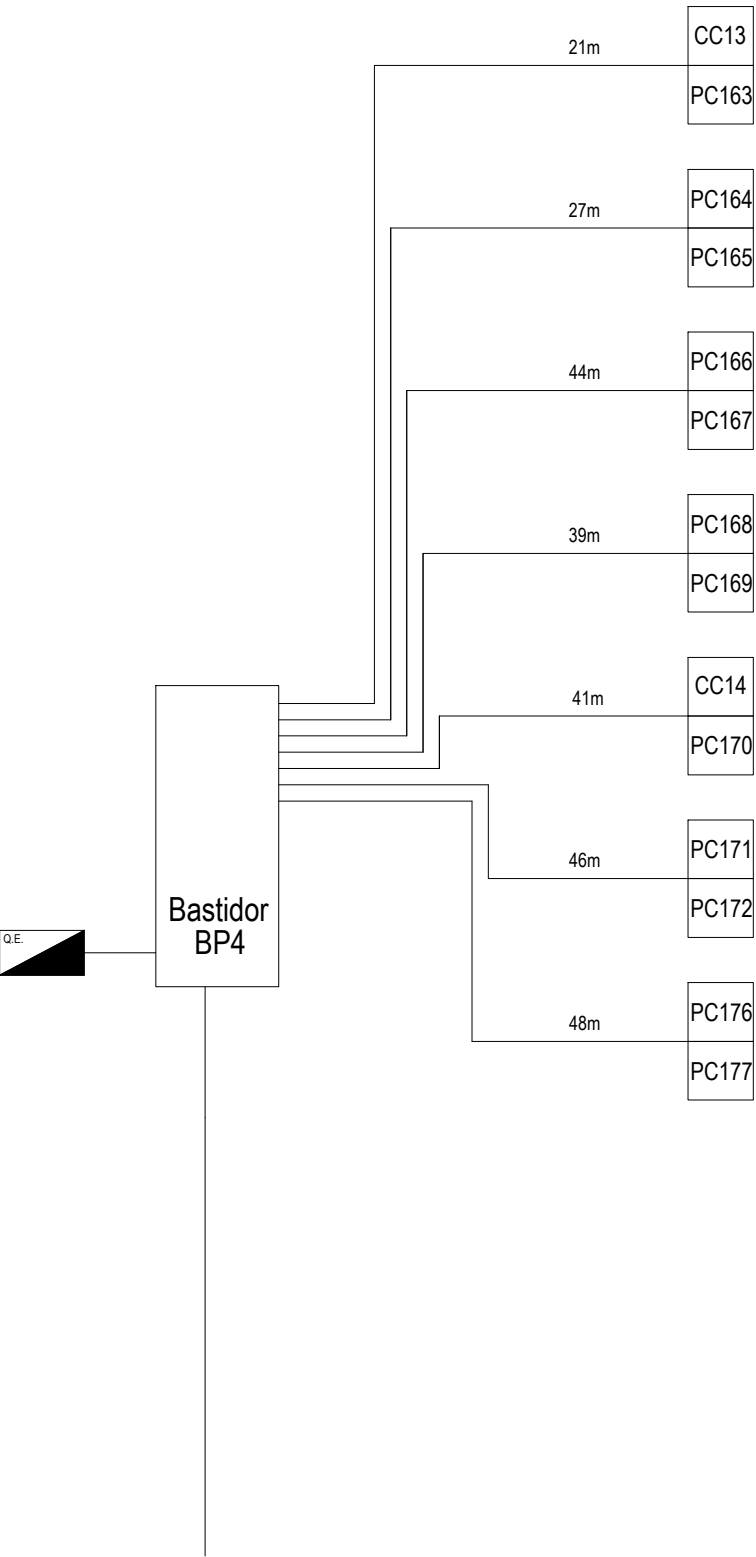
COIMBRA

DEPARTAMENTO DE EDIFÍCIOS E EQUIPAMENTOS MUNICIPAIS

DIVISÃO DE EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS

Projeto: Casa Municipal da Proteção Civil, Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra

Desenho: Diagrama de Tubagens		
Especialidade: Projeto de Telecomunicações	Revisão Nº:	Fase: Projeto de Execução
Levantou:	Data: Junho 2024	Esc. 1/1000
Projetou: Eng.º Daniel Gonçalves	Ref:	FOLHA Nº: 12
Desenhou: Eng.º Daniel Gonçalves		
Desenhado em AutoCAD, Licenciado para Câmara Municipal de Coimbra		



NOTAS:
1 - A rede de tubagem será estabelecida com recurso a calha técnica e caminhos de cabos do fabricante UNEX, ou equivalente, conforme memória descritiva e peças desenhadas;
2 - Toda a cablagem deverá ser identificada, de forma inequívoca e indelével, em ambas as extremidades com a mesma designação da tomada de cliente, onde se irá ligar.



CÂMARA MUNICIPAL

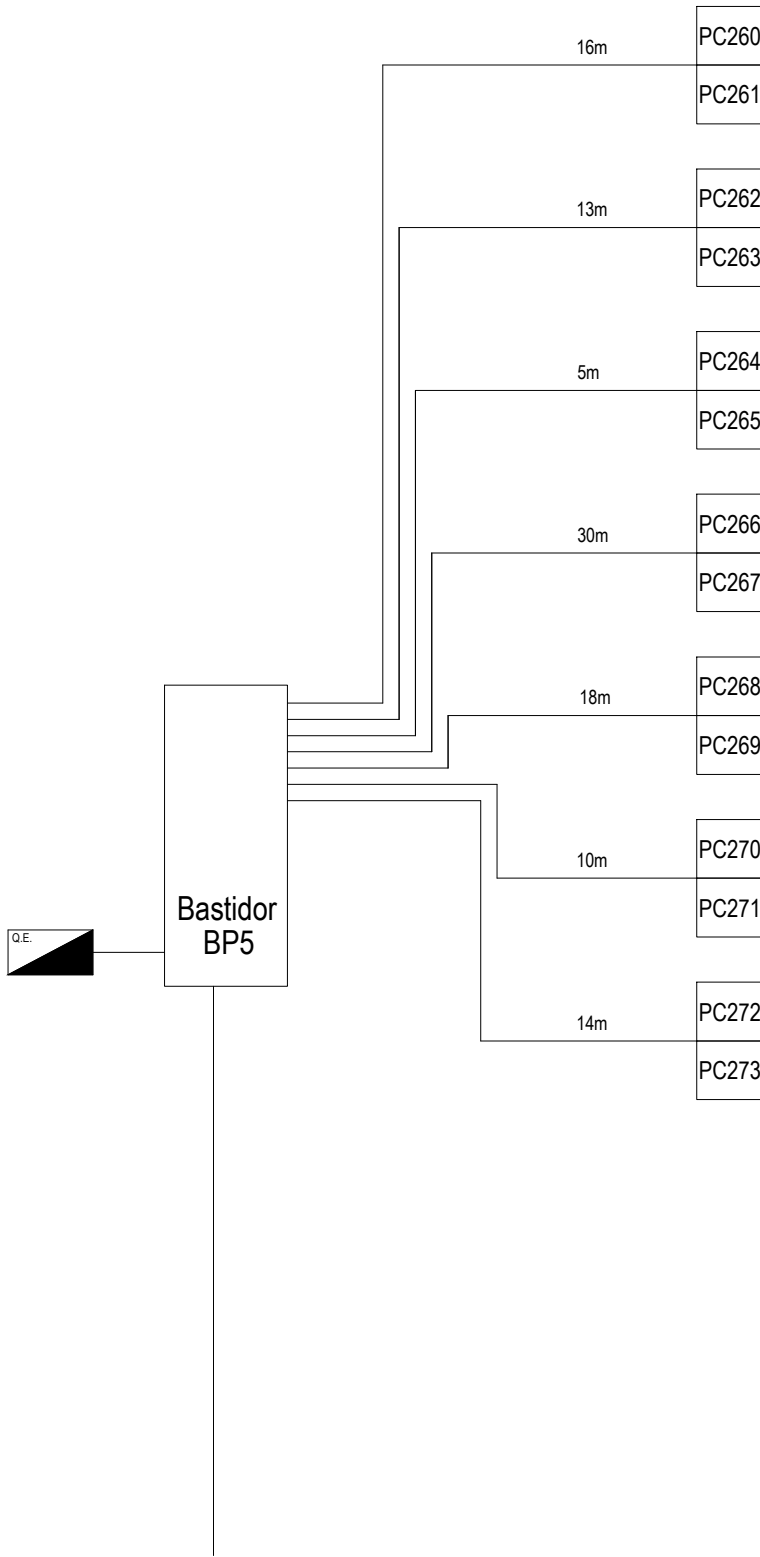
COIMBRA

DEPARTAMENTO DE EDIFÍCIOS E EQUIPAMENTOS MUNICIPAIS

DIVISÃO DE EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS

Projeto: Casa Municipal da Proteção Civil, Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra

Desenho: Diagrama de Tubagens		
Especialidade: Projeto de Telecomunicações	Revisão Nº:	Fase: Projeto de Execução
Levantou:	Data: Junho 2024	Esc. 1/1000
Projetou: Eng.º Daniel Gonçalves	Ref:	FOLHA Nº: 13
Desenhou: Eng.º Daniel Gonçalves		
Desenhado em AutoCAD, Licenciado para Câmara Municipal de Coimbra		



NOTAS:
1 - A rede de tubagem será estabelecida com recurso a calha técnica e caminhos de cabos do fabricante UNEX, ou equivalente, conforme memória descritiva e peças desenhadas;
2 - Toda a cablagem deverá ser identificada, de forma inequívoca e indelével, em ambas as extremidades com a mesma designação da tomada de cliente, onde se irá ligar.



CÂMARA MUNICIPAL

COIMBRA

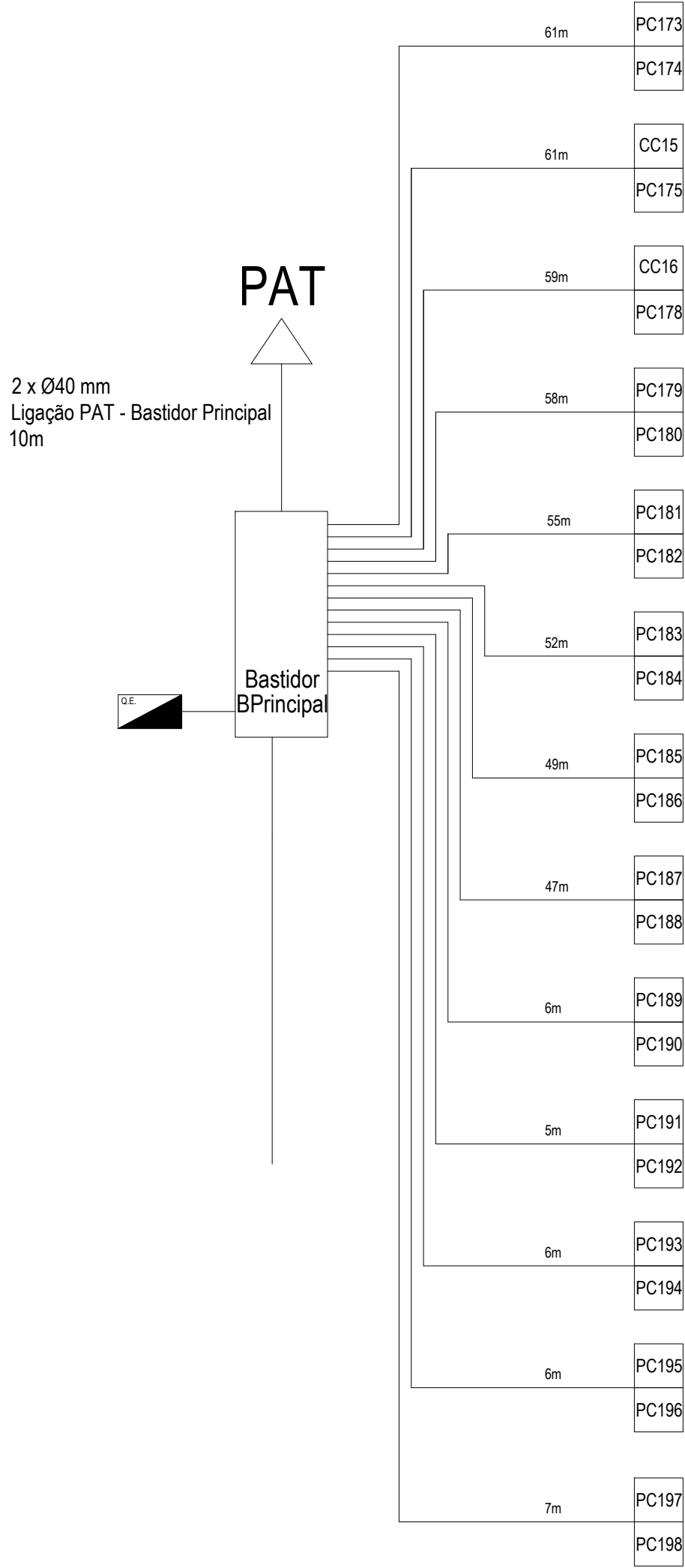
DEPARTAMENTO DE EDIFÍCIOS E EQUIPAMENTOS MUNICIPAIS

DIVISÃO DE EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS

Projeto: Casa Municipal da Proteção Civil, Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra

Desenho: Diagrama de Tubagens		
Especialidade: Projeto de Telecomunicações	Revisão Nº:	Fase: Projeto de Execução
Levantou:	Data: Junho 2024	Esc. 1/1000
Projetou: Eng.º Daniel Gonçalves	Ref:	FOLHA Nº:
Desenhou: Eng.º Daniel Gonçalves		14

Desenhado em AutoCAD, Licenciado para Câmara Municipal de Coimbra



NOTAS:
1 - A rede de tubagem será estabelecida com recurso a calha técnica e caminhos de cabos do fabricante UNEX, ou equivalente, conforme memória descritiva e peças desenhadas;
2 - Toda a cablagem deverá ser identificada, de forma inequívoca e indelével, em ambas as extremidades com a mesma designação da tomada de cliente, onde se irá ligar.



CÂMARA MUNICIPAL

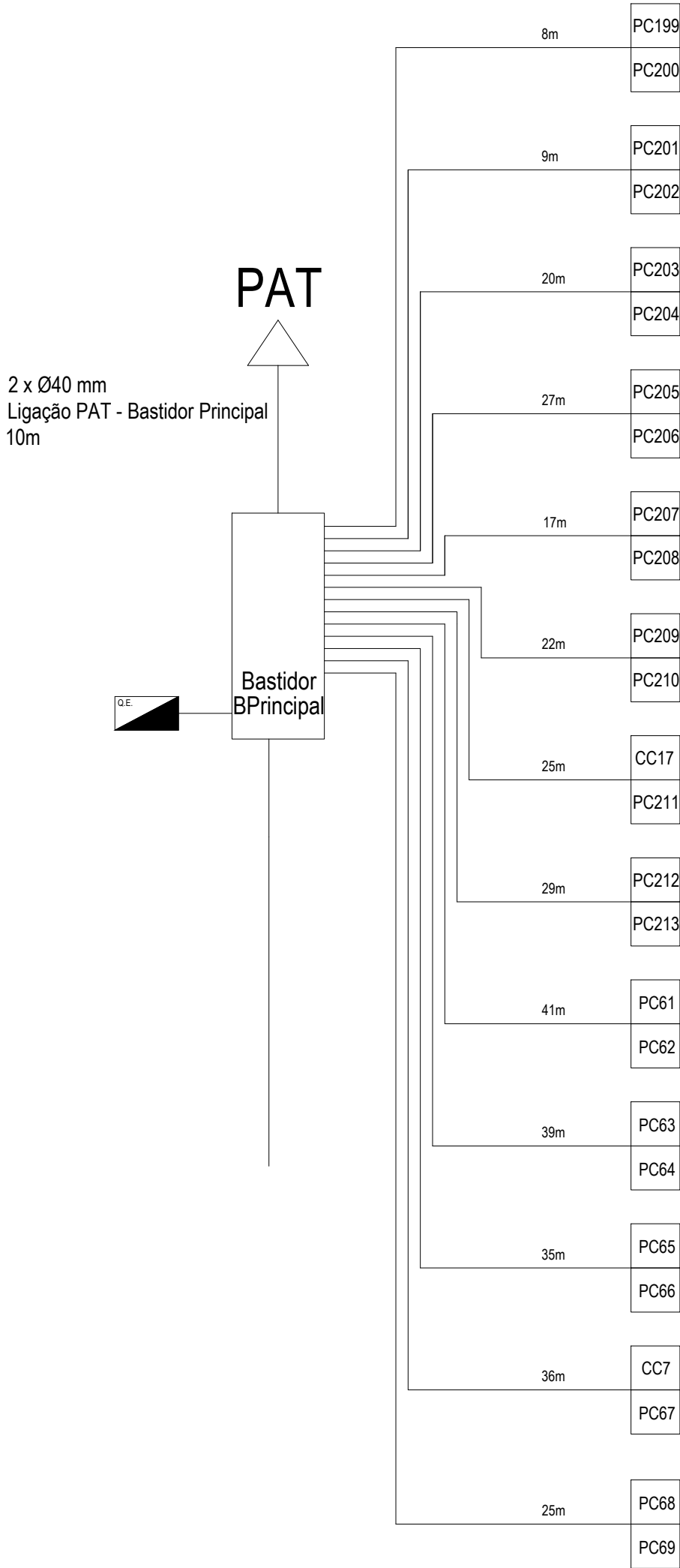
COIMBRA

DEPARTAMENTO DE EDIFÍCIOS E EQUIPAMENTOS MUNICIPAIS

DIVISÃO DE EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS

Projeto: Casa Municipal da Proteção Civil, Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra

Desenho: Diagrama de Tubagens		
Especialidade: Projeto de Telecomunicações	Revisão Nº:	Fase: Projeto de Execução
Levantou:	Data: Junho 2024	Esc. 1/1000
Projetou: Eng.º Daniel Gonçalves	Ref:	FOLHA Nº: 15
Desenhou: Eng.º Daniel Gonçalves		
Desenhado em AutoCAD, Licenciado para Câmara Municipal de Coimbra		



NOTAS:
1 - A rede de tubagem será estabelecida com recurso a calha técnica e caminhos de cabos do fabricante UNEX, ou equivalente, conforme memória descritiva e peças desenhadas;
2 - Toda a cablagem deverá ser identificada, de forma inequívoca e indelével, em ambas as extremidades com a mesma designação da tomada de cliente, onde se irá ligar.



CÂMARA MUNICIPAL

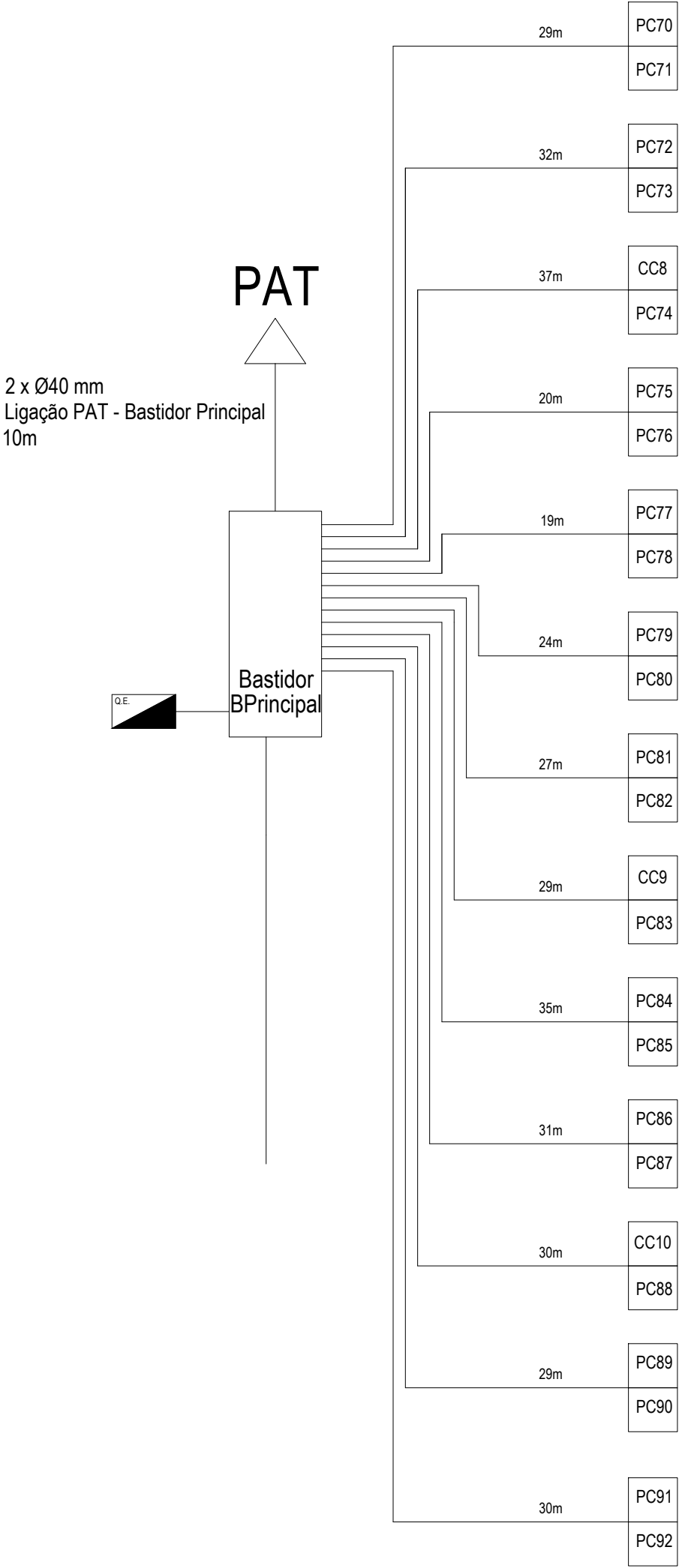
COIMBRA

DEPARTAMENTO DE EDIFÍCIOS E EQUIPAMENTOS MUNICIPAIS

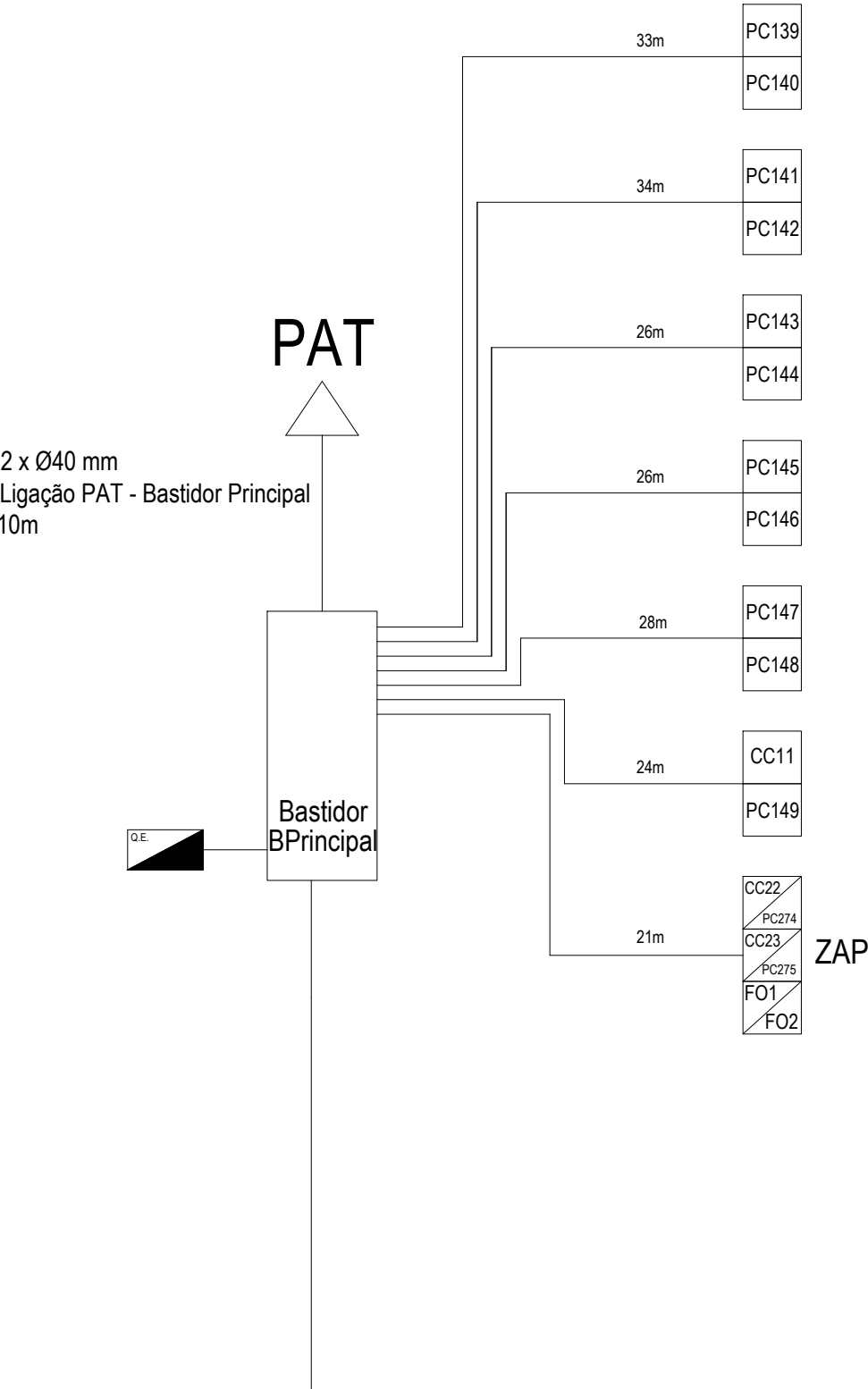
DIVISÃO DE EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS

Projeto: Casa Municipal da Proteção Civil, Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra

Desenho: Diagrama de Tubagens		
Especialidade: Projeto de Telecomunicações	Revisão Nº:	Fase: Projeto de Execução
Levantou:	Data: Junho 2024	Esc. 1/1000
Projetou: Eng.º Daniel Gonçalves	Ref:	FOLHA Nº: 16
Desenhou: Eng.º Daniel Gonçalves		
Desenhado em AutoCAD, Licenciado para Câmara Municipal de Coimbra		



NOTAS:
1 - A rede de tubagem será estabelecida com recurso a calha técnica e caminhos de cabos do fabricante UNEX, ou equivalente, conforme memória descritiva e peças desenhadas;
2 - Toda a cablagem deverá ser identificada, de forma inequívoca e indelével, em ambas as extremidades com a mesma designação da tomada de cliente, onde se irá ligar.



NOTAS:
1 - A rede de tubagem será estabelecida com recurso a calha técnica e caminhos de cabos do fabricante UNEX, ou equivalente, conforme memória descritiva e peças desenhadas;
2 - Toda a cablagem deverá ser identificada, de forma inequívoca e indelével, em ambas as extremidades com a mesma designação da tomada de cliente, onde se irá ligar.



CÂMARA MUNICIPAL

COIMBRA

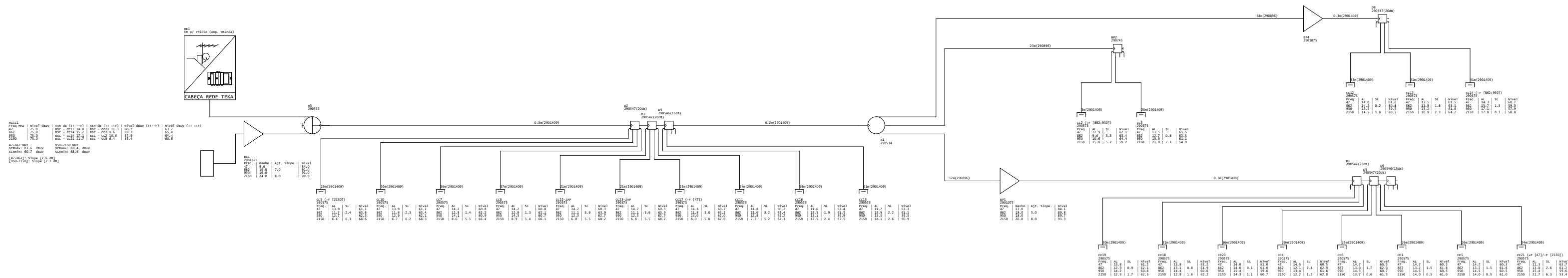
DEPARTAMENTO DE EDIFÍCIOS E EQUIPAMENTOS MUNICIPAIS

DIVISÃO DE EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS

Projeto: Casa Municipal da Proteção Civil, Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra

Desenho: Diagrama de Tubagens		
Especialidade: Projeto de Telecomunicações	Revisão Nº:	Fase: Projeto de Execução
Levantou:	Data: Junho 2024	Esc. 1/1000
Projetou: Eng.º Daniel Gonçalves	Ref:	FOLHA Nº:
Desenhou: Eng.º Daniel Gonçalves		18

Desenhado em AutoCAD, Licenciado para Câmara Municipal de Coimbra



CÂMARA MUNICIPAL
COIMBRA

DEPARTAMENTO DE EDIFÍCIOS E EQUIPAMENTOS MUNICIPAIS
DIVISÃO DE EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS

Projeto: Casa Municipal da Proteção Civil, Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra

Desenho: Diagrama de Cablagem - CATV e S/MATV

Especialidade: Projeto de Telecomunicações

Revisão Nº:

Fase: Projeto de Execução

Levantou:

Data: Junho 2024

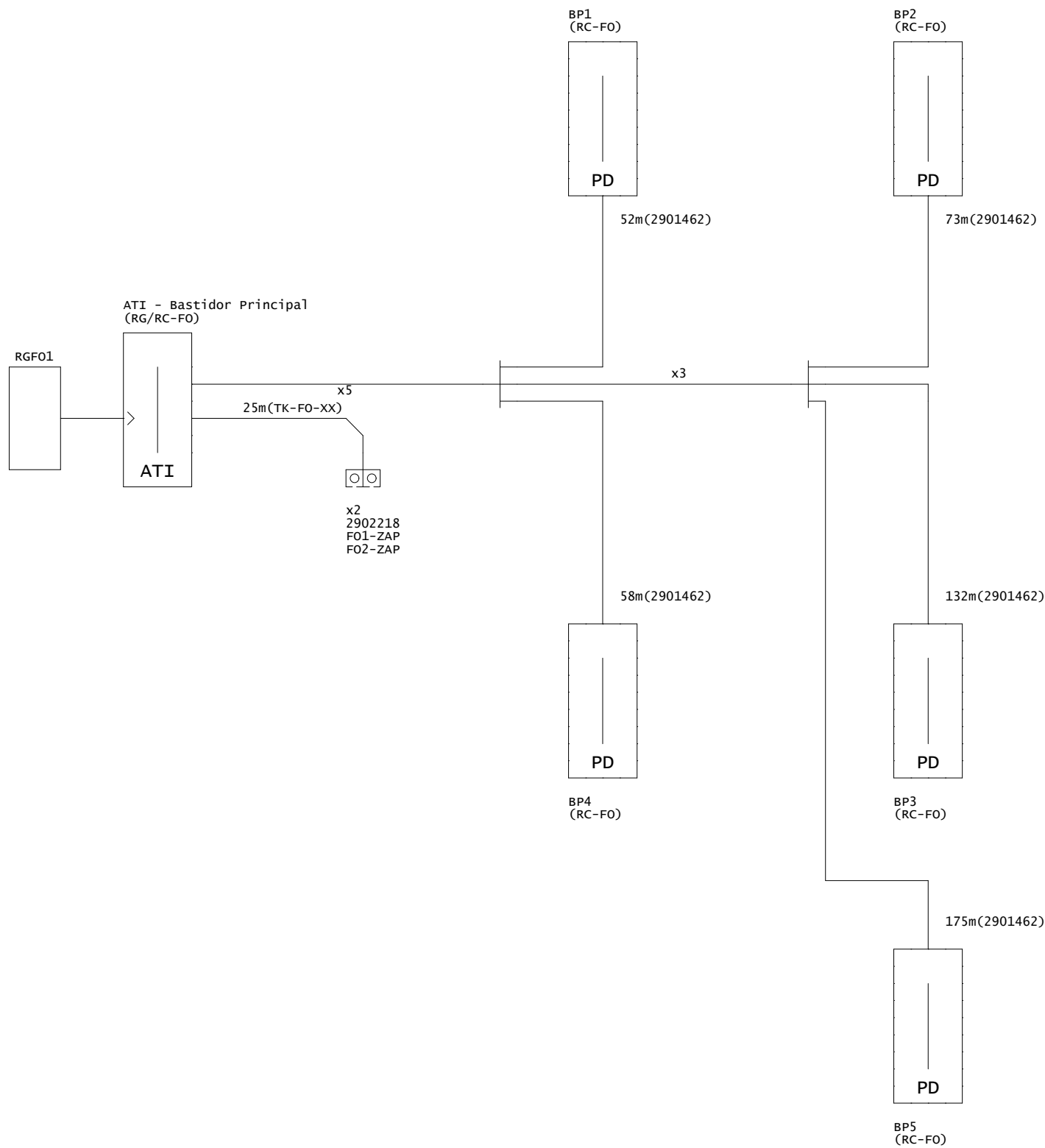
Esc. 1/1000

Projetou: Eng.º Daniel Gonçalves

Ref:

FOLHA Nº:

Desenhou: Eng.º Daniel Gonçalves



CÂMARA MUNICIPAL
COIMBRA

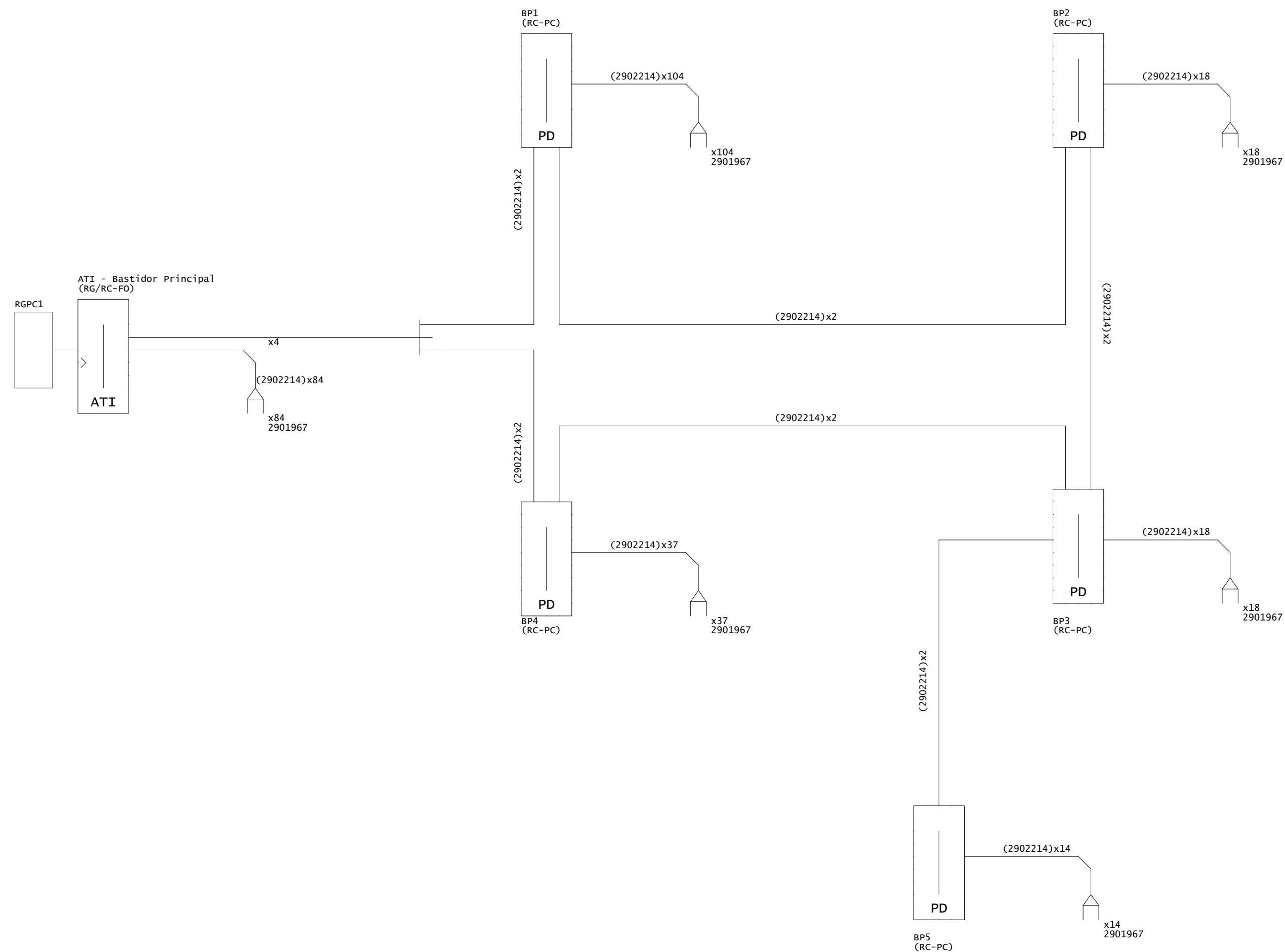
DEPARTAMENTO DE EDIFÍCIOS E EQUIPAMENTOS MUNICIPAIS
DIVISÃO DE EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS

Projeto: Casa Municipal da Proteção Civil, Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra

Desenho: Diagrama de Cablagem - Fibra Ótica

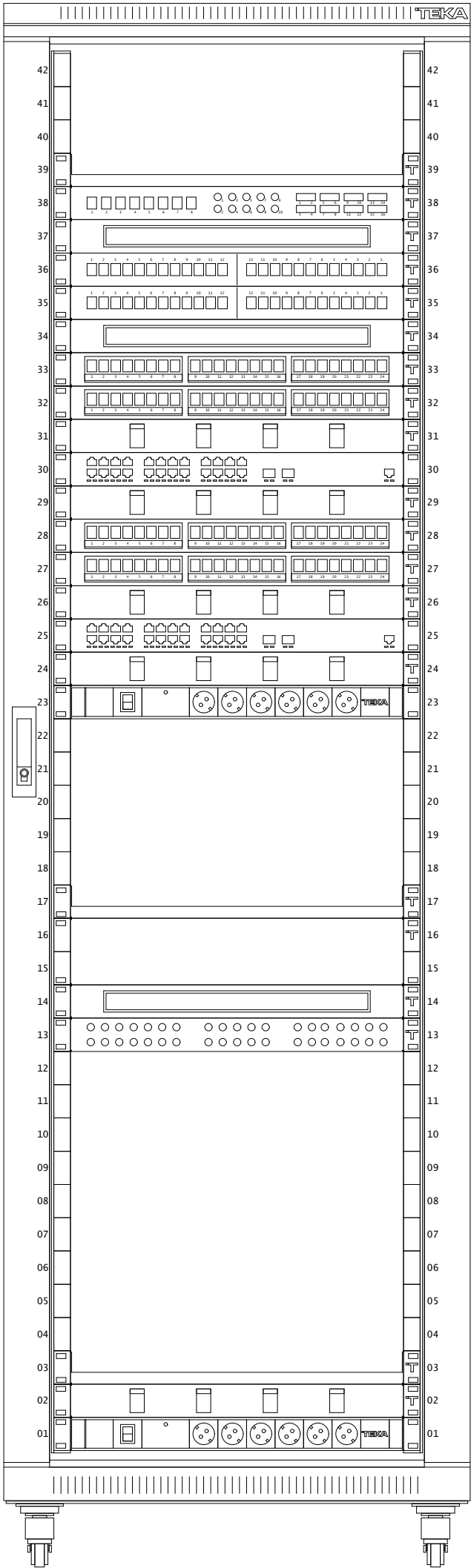
Especialidade: Projeto de Telecomunicações	Revisão Nº:	Fase: Projeto de Execução
Levantou:	Data: Junho 2024	Esc. 1/1000
Projetou: Eng.º Daniel Gonçalves	Ref:	FOLHA Nº: 20
Desenhou: Eng.º Daniel Gonçalves		

Desenhado em AutoCAD, Licenciado para Câmara Municipal de Coimbra



ATI - Bastidor Principal

2901054: Bastidor Pavimento 19" - 42U [800x800x2000]



291122: Paineł MultiT (8PC. 8CC. 16FO) vazio c/ guia post. De cabos 19". 1U
Chegada de operadores + ZAP (PC e FO)

2901199: Paineł Passa Cabos c/ Escovas 19". 1U

2901120: Gaveta Deslizante FO 24 Portas Vazia 19". 1U

2901120: Gaveta Deslizante FO 24 Portas Vazia 19". 1U

2901199: Paineł Passa Cabos c/ Escovas 19". 1U

2901115: Paineł UTP 24 Portas Vazio c/ Guia Posterior de Cabos 19". 1U

2901115: Paineł UTP 24 Portas Vazio c/ Guia Posterior de Cabos 19". 1U

2901158: Paineł Organizador c/ 6 Argolas 19". 1U

Switch Ethernet XX Portas

2901158: Paineł Organizador c/ 6 Argolas 19". 1U

2901115: Paineł UTP 24 Portas Vazio c/ Guia Posterior de Cabos 19". 1U

2901115: Paineł UTP 24 Portas Vazio c/ Guia Posterior de Cabos 19". 1U

2901158: Paineł Organizador c/ 6 Argolas 19". 1U

Switch Ethernet XX Portas

2901158: Paineł Organizador c/ 6 Argolas 19". 1U

290695: Paineł 6 Tomadas Schuko c/ Int. 19". 1U

2901216: Paineł Cego 19". 2U

2901199: Paineł Passa Cabos c/ Escovas 19". 1U

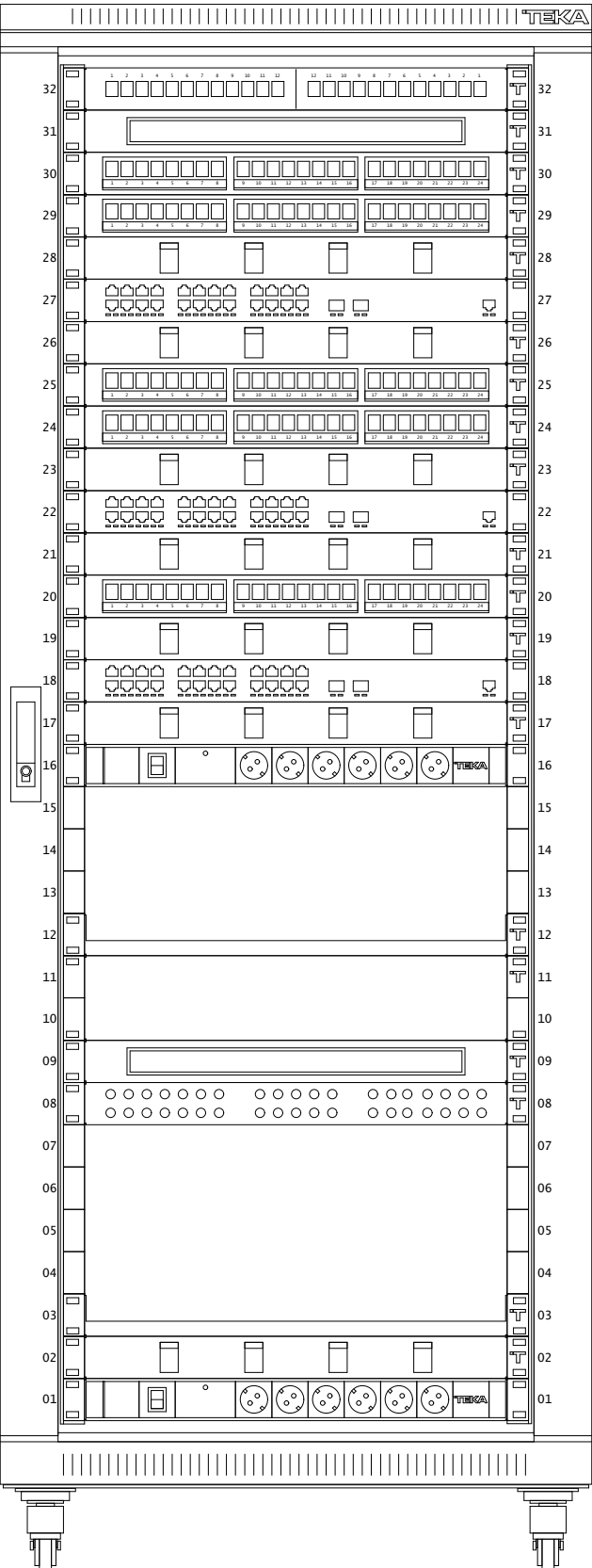
2902110: Paineł Coaxial MultiCC Vazio c/ Acess. Mont. 12CC 19". 1U

2901158: Paineł Organizador c/ 6 Argolas 19". 1U

290695: Paineł 6 Tomadas Schuko c/ Int. 19". 1U

BP1

2901197: Bastidor Pavimento 19" - 32U [600x600x1600]



2901120: Gaveta Deslizante FO 24 Portas Vazia 19". 1U

2901199: Paineł Passa Cabos c/ Escovas 19". 1U

2901115: Paineł UTP 24 Portas Vazio c/ Guia Posterior de Cabos 19". 1U

2901115: Paineł UTP 24 Portas Vazio c/ Guia Posterior de Cabos 19". 1U

2901158: Paineł Organizador c/ 6 Argolas 19". 1U

Switch Ethernet XX Portas

2901158: Paineł Organizador c/ 6 Argolas 19". 1U

2901115: Paineł UTP 24 Portas Vazio c/ Guia Posterior de Cabos 19". 1U

2901115: Paineł UTP 24 Portas Vazio c/ Guia Posterior de Cabos 19". 1U

2901158: Paineł Organizador c/ 6 Argolas 19". 1U

Switch Ethernet XX Portas

2901158: Paineł Organizador c/ 6 Argolas 19". 1U

2901115: Paineł UTP 24 Portas Vazio c/ Guia Posterior de Cabos 19". 1U

2901158: Paineł Organizador c/ 6 Argolas 19". 1U

Switch Ethernet XX Portas

2901158: Paineł Organizador c/ 6 Argolas 19". 1U

290695: Paineł 6 Tomadas Schuko c/ Int. 19". 1U

2901216: Paineł Cego 19". 2U

2901199: Paineł Passa Cabos c/ Escovas 19". 1U

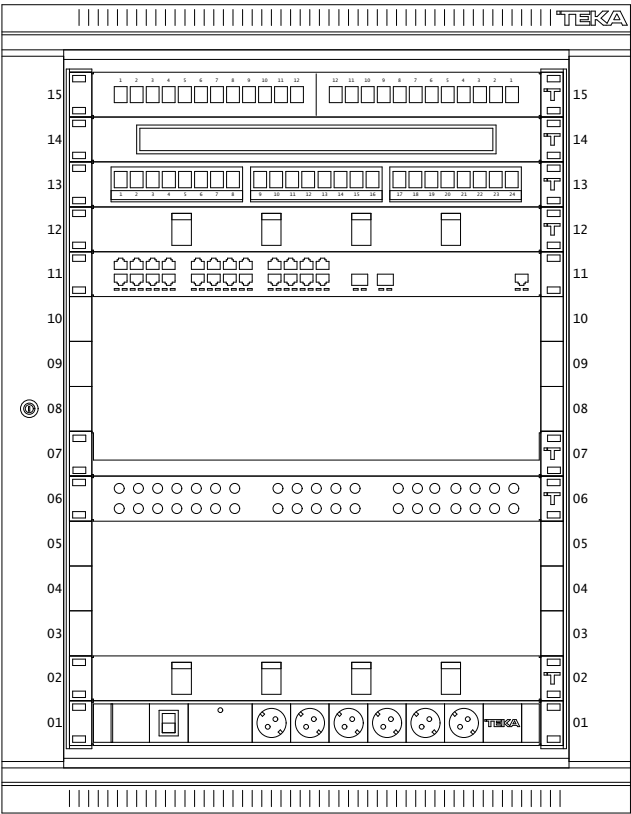
2902110: Paineł coaxial MultiCC Vazio c/ Acess. Mont. 12CC 19". 1U

2901158: Paineł Organizador c/ 6 Argolas 19". 1U

290695: Paineł 6 Tomadas Schuko c/ Int. 19". 1U

BP2

2901191: Bastidor Mural 19" - 15U [600x600x770]



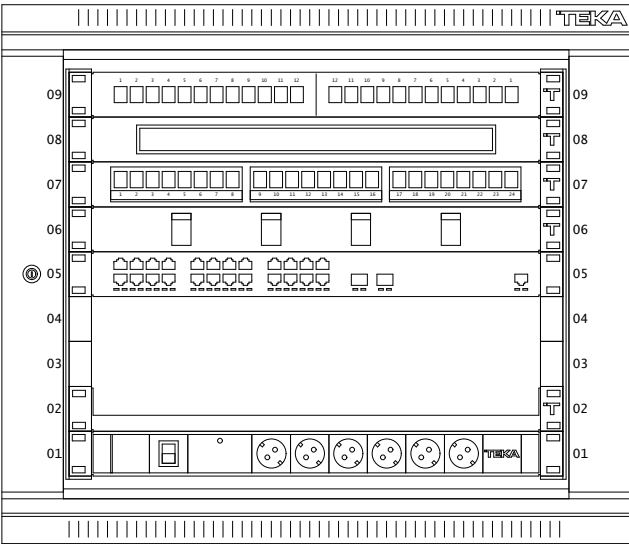
- 2901120: Gaveta Deslizante FO 24 Portas Vazia 19". 1U
 - 2901199: Paine! Passa Cabos c/ Escovas 19". 1U
 - 2901115: Paine! UTP 24 Portas Vazio c/ Guia Posterior de Cabos 19". 1U
 - 2901158: Paine! Organizador c/ 6 Argolas 19". 1U
- Switch Ethernet XX Portas

- 290696: Prateleira Fixa p/ Bastidor Mural 400/600 19". 1U
- 291090: Paine! Coaxial Repartidores SF vazio 19". 1U

- 2901158: Paine! Organizador c/ 6 Argolas 19". 1U
- 290695: Paine! 6 Tomadas Schuko c/ Int. 19". 1U

BP3

2901278: Bastidor Mural 19" - 9U [600x400x500]

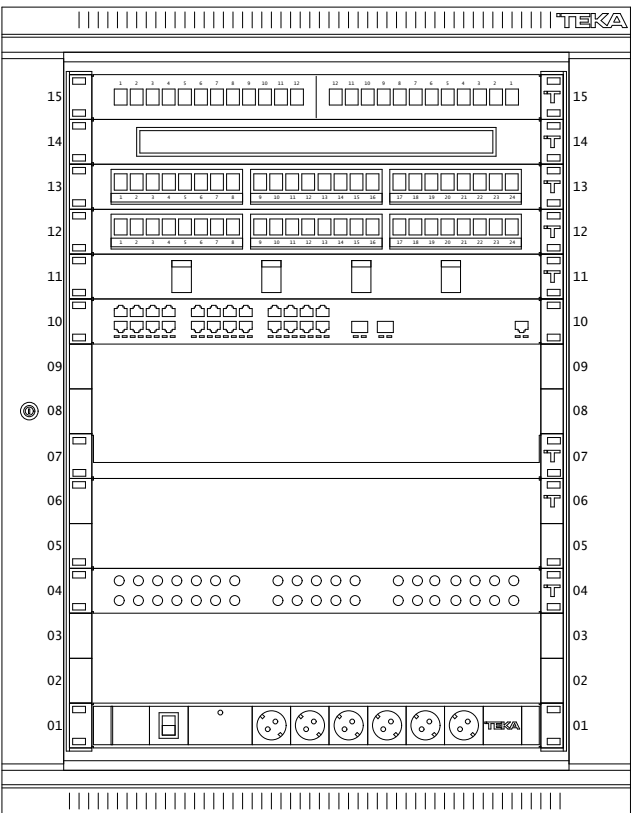


- 2901120: Gaveta Deslizante FO 24 Portas Vazia 19". 1U
 - 2901199: Paine! Passa Cabos c/ Escovas 19". 1U
 - 2901115: Paine! UTP 24 Portas Vazio c/ Guia Posterior de Cabos 19". 1U
 - 2901158: Paine! Organizador c/ 6 Argolas 19". 1U
- Switch Ethernet XX Portas

- 290696: Prateleira Fixa p/ Bastidor Mural 400/600 19". 1U
- 290695: Paine! 6 Tomadas Schuko c/ Int. 19". 1U

BP4

2901191: Bastidor Mural 19" - 15U [600x600x770]



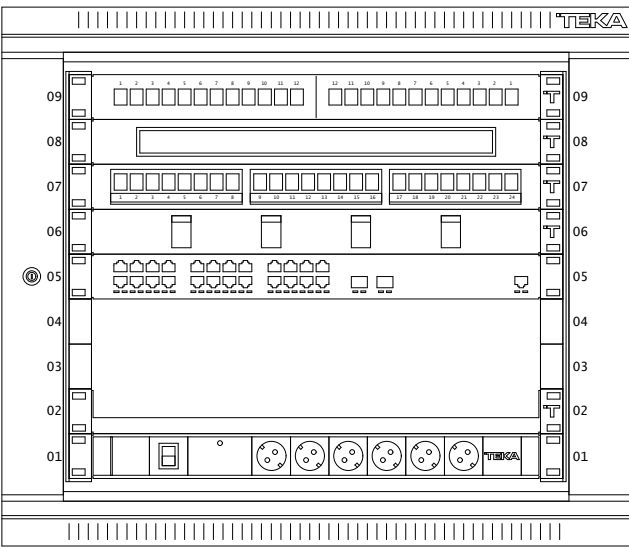
- 2901120: Gaveta Deslizante FO 24 Portas Vazia 19". 1U
 - 2901199: Paine! Passa Cabos c/ Escovas 19". 1U
 - 2901115: Paine! UTP 24 Portas Vazio c/ Guia Posterior de Cabos 19". 1U
 - 2901115: Paine! UTP 24 Portas Vazio c/ Guia Posterior de Cabos 19". 1U
 - 2901158: Paine! Organizador c/ 6 Argolas 19". 1U
- Switch Ethernet XX Portas

- 290696: Prateleira Fixa p/ Bastidor Mural 400/600 19". 1U
- 2901216: Paine! Cego 19". 2U
- 2902108: Paine! Coaxial MultiCC Vazio C/ Acess. Mont. 4CC 19". 1U

- 290695: Paine! 6 Tomadas Schuko c/ Int. 19". 1U

BP5

2901278: Bastidor Mural 19" - 9U [600x400x500]



- 2901120: Gaveta Deslizante FO 24 Portas Vazia 19". 1U
 - 2901199: Paine! Passa Cabos c/ Escovas 19". 1U
 - 2901115: Paine! UTP 24 Portas Vazio c/ Guia Posterior de Cabos 19". 1U
 - 2901158: Paine! Organizador c/ 6 Argolas 19". 1U
- Switch Ethernet XX Portas

- 290696: Prateleira Fixa p/ Bastidor Mural 400/600 19". 1U
- 290695: Paine! 6 Tomadas Schuko c/ Int. 19". 1U



CÂMARA MUNICIPAL
COIMBRA

DEPARTAMENTO DE EDIFÍCIOS E EQUIPAMENTOS MUNICIPAIS
DIVISÃO DE EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS

Projeto: Casa Municipal da Proteção Civil, Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra

Desenho: Layout Bastidores

Especialidade: Projeto de Telecomunicações

Revisão Nº:

Fase: Projeto de Execução

Levantou:

Data: Junho 2024

Esc. 1/1000

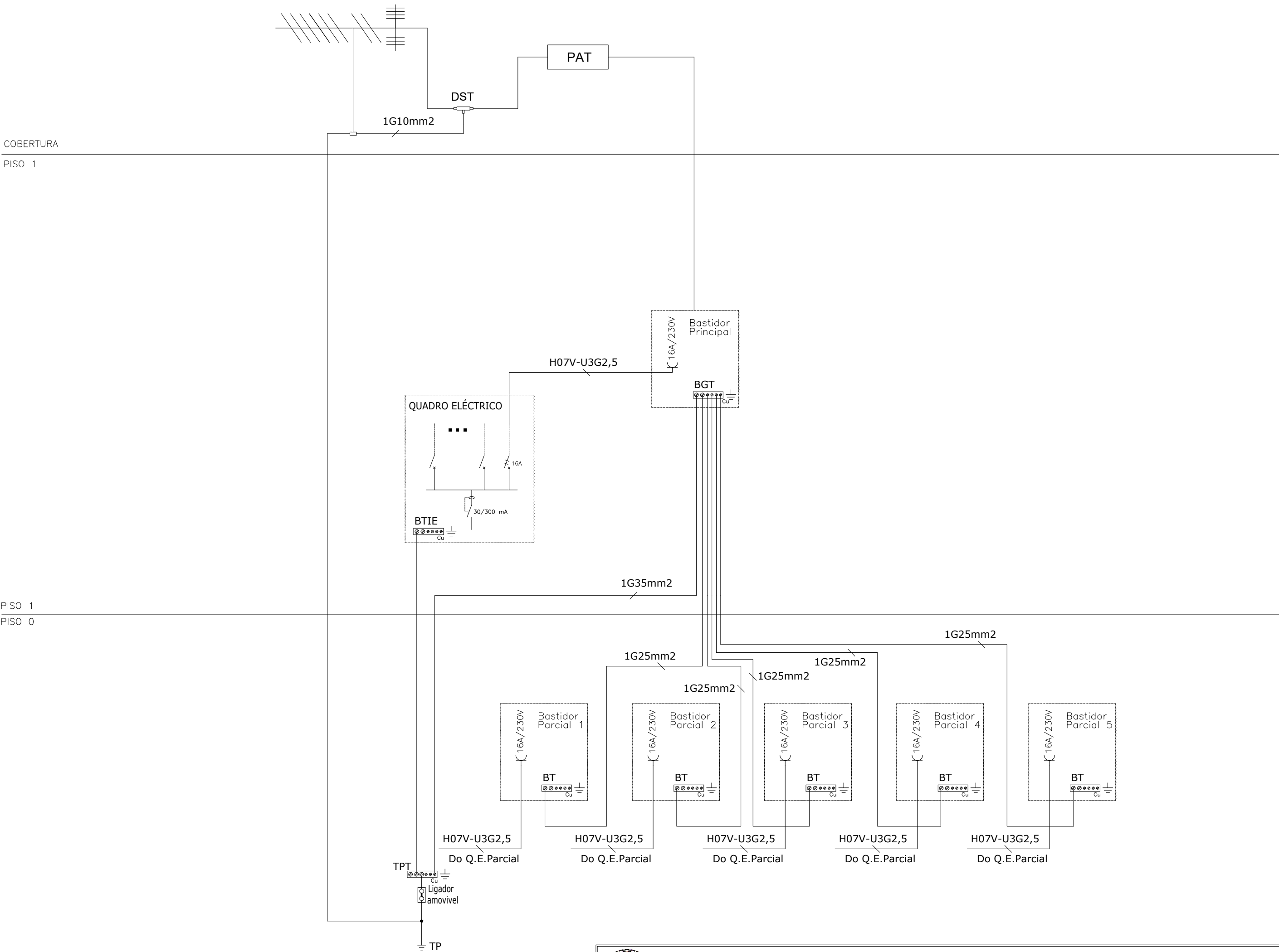
Projetou: Eng.º Daniel Gonçalves

Ref:

FOLHA Nº:

Desenhou: Eng.º Daniel Gonçalves

Desenhado em AutoCAD, Licenciado para Câmara Municipal de Coimbra



NOTAS:
1 - Os circuitos de tomadas, em cada bastidor, serão alimentados a partir do quadro elétrico mais próximo, com interruptor diferencial de 30mA/300mA e disjuntor de 16A dedicado.
2 - Será criada rede de terras dedicada exclusiva para as telecomunicações.



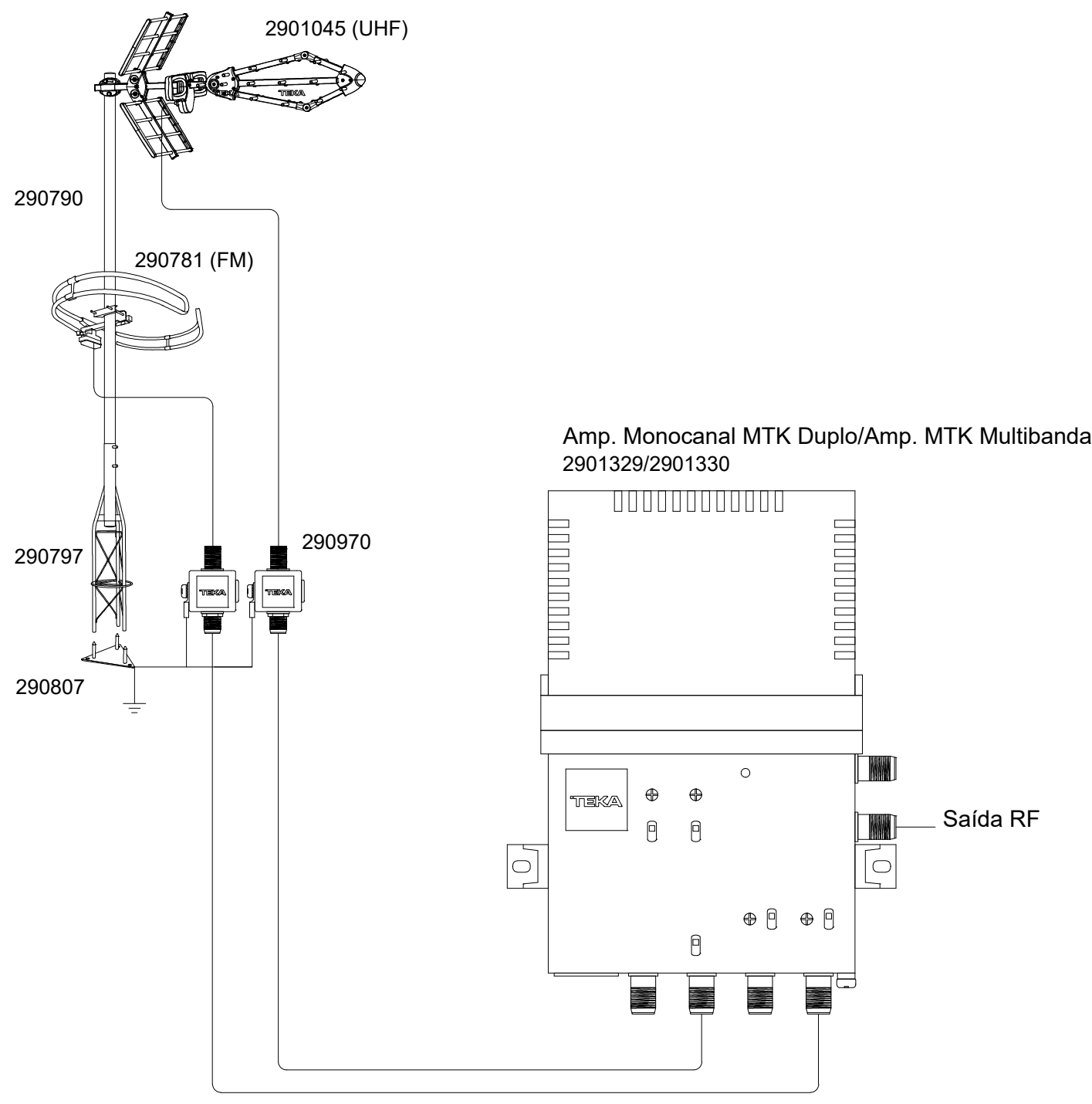
CÂMARA MUNICIPAL
COIMBRA

DEPARTAMENTO DE EDIFÍCIOS E EQUIPAMENTOS MUNICIPAIS
DIVISÃO DE EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS

Projeto: Casa Municipal da Proteção Civil, Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra

Desenho: Esquema de Terras

Especialidade: Projeto de Telecomunicações	Revisão Nº:	Fase: Projeto de Execução
Levantou:	Data: Junho 2024	Esc. 1/1000
Projetou: Eng.º Daniel Gonçalves	Ref:	FOLHA Nº: 24
Desenhou: Eng.º Daniel Gonçalves		
Desenhado em AutoCAD, Licenciado para Câmara Municipal de Coimbra		



NOTAS:
1 - Os circuitos de tomadas, em cada bastidor, serão alimentados a partir do quadro elétrico mais próximo, com interruptor diferencial de 30mA/300mA e disjuntor de 16A dedicado.



CÂMARA MUNICIPAL

COIMBRA

DEPARTAMENTO DE EDIFÍCIOS E EQUIPAMENTOS MUNICIPAIS

DIVISÃO DE EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS

Projeto: Casa Municipal da Proteção Civil, Quartel dos Bombeiros Sapadores de Coimbra

Desenho: Cabeça de Rede (Amplificação Banda Larga c/ Filtragem LTE)		
Especialidade: Projeto de Telecomunicações	Revisão Nº:	Fase: Projeto de Execução
Levantou:	Data: Junho 2024	Esc. 1/1000
Projetou: Eng.º Daniel Gonçalves	Ref:	FOLHA Nº:
Desenhou: Eng.º Daniel Gonçalves		25

Desenhado em AutoCAD, Licenciado para Câmara Municipal de Coimbra

Apêndice D – Caraterísticas do Sistema de Caminhos de Cabos e Calha Técnica

Caminhos de cabos 66 sem halogéneos (Figura 1)

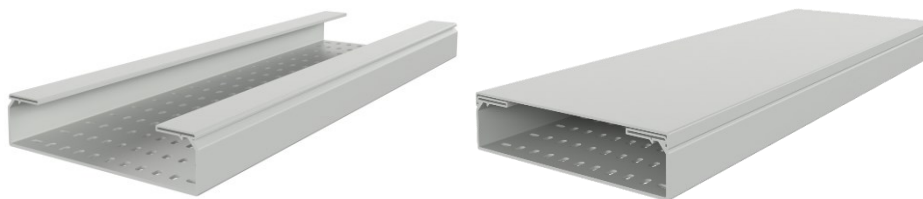


Figura 1 – Exemplo de caminhos de cabos do tipo 66, sem halogéneos, do fabricante UNEX, a instalar no edifício [36]

- a) O sistema de caminhos de cabos 66 deverá ser fabricado em material termoplástico isolante U48X sem halogéneos e com conteúdo termoplástico reciclado superior a 40% do peso total do produto, para garantir o método de proteção de segurança elétrica contra contactos indirectos, sem terras e sem manutenção;
- b) Em cor cinzento, RAL 7038, livre de substâncias contaminantes e metais pesados tóxicos (RoHS II), com paredes maciças e elementos de união entre troços com espessura igual ou superior aos caminhos de cabos a unir, com rasgos longitudinais para absorver dilatações. Desenhado para instalações interiores e exteriores, com proteção UV;
- c) Deverá ser fixo ao teto através de sistema de varão roscado e perfil em material termoplástico isolante U48X sem halogéneos, com espaçamento máximo entre suportes de 1,5 m. Será instalado com todos os elementos de união, condução e acabamento para o seu bom funcionamento;
- d) Deverá ser verificada as condições de carga Tipo I s/EN 61537. O fabricante acreditará o cumprimento da norma EN 61537 mediante homologações e marcas de qualidade, emitidas por organismos de normalização e certificação internacionalmente reconhecidos;
- e) Marca de referência: Caminhos de cabos 66 em U48X, sem halogéneos, cor cinzento, RAL 7038, do Fabricante Unex, ou tecnicamente equivalente [36].

As principais características técnicas segundo EN 61537:2007 são as apresentadas na Tabela 1:

Tabela 1 – Características técnicas dos caminhos de cabos do tipo 66, sem halogéneos, do fabricante UNEX, segundo a norma EN 61537:2007

Caraterísticas	Classificação
Temperatura mínima / máxima de utilização	-20 °C / +90 °C.
Resistência ao choque mecânico	20 J a -20 °C (exceto 60x100: 10 J).
Propriedades elétricas	Com isolamento elétrico (exceto elementos de suportes metálicos).
Propagação de chama	Não propagador.
Carga admissível (SWL) Ensaio Tipo I	• 60x100 mm: 10,8 kg/m. • 60x200 mm: 22,5 kg/m. • 60x300 mm: 33,7 kg/m. • 100x400 mm: 77,2 kg/m. • 100x600 mm: 116,5 kg/m.
Condições de ensaio de carga admissível (SWL)	• T = 40°C - distância entre suportes 1,5 m. • T = 60°C - distância entre suportes 1,0 m. • T = 90°C - distância entre suportes 0,5 m. • Flecha longitudinal inferior a 1% e transversal inferior a 5%. • Ensaio Tipo I (a união entre dois troços de caminho de cabos pode ficar situada em qualquer posição entre dois suportes). • O sistema de caminho de cabos (caminho de cabos e suportes) deverá suportar sem rotura uma carga de 1,7 vezes a carga máxima admissível.
Ensaio do fio incandescente	Grau de severidade 960 °C.
Comportamento frente à corrosão húmida ou salina	Inerentemente resistente.

No que concerne ao cumprimento da Norma Europeia de Calhas EN 50085-2-1:2006 + A1:2011, as principais características técnicas apresentam-se na Tabela 2:

Tabela 2 - Características técnicas dos caminhos de cabos do tipo 66, sem halogéneos, do fabricante UNEX, segundo a norma EN 50085-2-1:2006 + A1:2011

Caraterísticas	Classificação
Temperatura mínima / máxima de utilização	-25 °C / +60 °C.
Resistência ao choque mecânico durante a instalação e utilização	Caminhos de cabos com tampa: 20 J a -25 °C.
Grau de proteção proporcionado pelo invólucro	IP3X. Caminhos de cabos não perfurado com tampa. IP2X. Caminhos de cabos perfurado com tampa.
Retenção da tampa de acesso ao sistema	Abertura apenas com auxílio de ferramentas.
Tipo	Tipo 2 (sistema de distribuição).
Proteção contra choques mecânicos	Caminho de cabos com tampa: Grau IK10, instalada com fixador de tampa.

Outras características da matéria-prima (Tabela 3):

Tabela 3 – Outras características da matéria-prima constituinte dos caminhos de cabos a instalar no edifício

Caraterísticas	Classificação
Conteúdo em halogéneos s/EN 50642:2018	Livre de Halogéneos
Rigidez dielétrica s/EN 60243-1:2013	18±5 kV/mm.
Resistência à corrosão em ambientes químicos	Bom comportamento segundo as normas DIN 8061 e ISO/TR 10358, segundo temperatura e concentração.
Comportamento à intempérie	Bom comportamento aos raios UV e à intempérie. Apto para uso à intempérie.

Calha Técnica 93 sem halogéneos (Figura 2)



Figura 2 - Exemplo de calha técnica, cor branco, sem halogéneos, do fabricante UNEX, a instalar no edifício [37]

- a) O sistema de calhas 93 deverá ser fabricado em material isolante U43X sem halogéneos e com conteúdo termoplástico reciclado superior a 40% do peso total do produto, livre de substâncias contaminantes e metais pesados tóxicos (RoHS II), destinado a alojar condutores ou cabos e mecanismos, em instalações elétricas e de comunicações;
- b) Para montagem superficial ou encastrado na parede. Composto por uma ou mais tampas e perfil de 2 m de comprimento, com base perfurada a cada 250 mm para facilitar a sua fixação. Com compartimentação fixa através de tampas independentes e compartimentos divisíveis mediante separadores e caixas de mecanismos que permitem separar os circuitos dos distintos serviços (Figura 3);



Figura 3 – Exemplo de aplicação de calha técnica cor branco, sem halogéneos, do fabricante UNEX, a instalar no edifício

- c) A montagem da tampa e dos elementos de acabamento é à pressão e extraíveis apenas com a ajuda de uma ferramenta. O sistema de adaptadores de mecanismos é composto por duas peças que oferecem a possibilidade de instalar qualquer mecanismo habitual no mercado e que garantem uma sólida e segura fixação;
- d) Deverão ser instalados todos os elementos de acabamento, os quais são compostos por duas peças, que permitem a medição da tampa e a retenção dos cabos, cobrem os cortes da tampa e da base sem necessidade de deslizar a tampa;
- e) O fabricante acreditará o cumprimento da norma EN 50085-2-1 mediante homologações e marcas de qualidade, emitidas por organismos de normalização e certificação internacionalmente reconhecidos;
- f) Marca de referência: Calha 93 em U43X sem halogéneos, cor branco RAL 9010, do fabricante Unex, ou tecnicamente equivalente.

As principais características técnicas segundo EN 50085-2-1:2006 + A1:2011 são as apresentadas na Tabela 4:

Tabela 4 - Características técnicas da calha técnica, sem halogêneos, do fabricante UNEX, segundo a norma EN 50085-2-1:2006 + A1:2011

Caraterísticas	Classificação
Temperatura mínima / máxima de utilização	-25 °C / +90 °C.
Resistência ao choque mecânico	Perfis: 5 J a -25 °C. Peças injetadas: 0,5 J a -25 °C.
Propagação de chama	Não propagador.
Continuidade elétrica	Sem características de continuidade elétrica.
Isolamento elétrico	Com características de isolamento elétrico.
Grau de proteção proporcionado pelo invólucro	IP4X.
Retenção da tampa de acesso ao sistema	Abertura apenas com auxílio de ferramentas.
Separação para proteção elétrica	Com separador interno de proteção.
Posição de instalação prevista	Encastrado na parede. Semi-encastrado ou montagem saliente na parede. Fixo na parede e suportado por uma superfície horizontal que não o pavimento.
Tipo	Tipo 3 (sistema de instalação).
Tensão estipulada	750 V.
Proteção contra choques mecânicos	IK 08.
Fixação do adaptador de mecanismos destinado a tomadas de corrente	Resistência à extração de 81 N.
Marca CE s/Diretiva de Baixa Tensão 2014/35/EU	Conforme.

Outras caraterísticas da matéria-prima são apresentadas na Tabela 5:

Tabela 5 - Outras caraterísticas da matéria-prima constituinte das calhas técnicas a instalar no edifício

Caraterísticas	Classificação
Conteúdo em halogéneos EN 50642: 2018	Halogen free.
Ensaio de inflamabilidade UL de materiais plásticos ANSI/UL 94:1990	Grau UL94: V0.
L.O.I. Índice de oxigénio EN ISO 4589:1999	≥ 34 .
Ensaio do fio incandescente EN 60695-11:2001	Grau de severidade: 960 °C.
Rigidez dielétrica EN 60243-1:2013	18 ± 5 kV/mm.

Apêndice E – Resultados de Cálculos da Rede Coaxial

BSC-CC - Individual																																				
Fração	Tomadas					Σ ADR [dB]				Acabo [dB]				Ac [dB]				ATT [dB]				LIGAÇÕES PERMANENTES - REDE INDIVIDUAL				LIGAÇÕES - REDE INDIVIDUAL				Fração Tomadas +F, -F						
		Ganho	Ganho	Compensação	Compensação	47MH	862MH	950MH	2150MH	Comp. [m]	47MH	862MH	950MH	2150MHz	Con. [n]	47MH	862MH	950MH	2150MH	47MH	862MH	950MH	2150MH	Σ ALP (ind) [dB]	Σ SlopeLP (ind) [dB]	AL (ind) [dB]	SlopeL (ind) [dB]	47-862 MHz	950-2150 MHz							
BSC	CC15	16,00	24,00	7,00	8,00	17,20	17,20	17,20	20,60	61,30	2,45	11,40	11,95	18,88	3	0,02	0,30	0,30	0,60	1,00	1,00	2,00	2,00	3,47	12,70	14,25	21,48	9,23	7,23	11,67	13,90	15,45	18,08	2,23	2,63	
	CC16	16,00	24,00	7,00	8,00	17,20	17,20	17,20	20,60	59,30	2,37	11,03	11,56	18,26	3	0,02	0,30	0,30	0,60	1,00	1,00	2,00	2,00	3,39	12,33	13,86	20,86	8,94	7,00	11,59	13,53	15,06	17,46	1,94	2,40	
	CC2	16,00	24,00	7,00	8,00	20,40	20,40	20,40	30,90	16,50	0,42	3,46	3,51	5,49	7	0,04	0,70	0,70	1,40	1,00	1,00	2,00	2,00	1,45	5,16	6,21	8,89	3,71	2,68	12,85	9,56	10,61	15,79	-3,29	5,18	+F [862;950]
	CC3	16,00	24,00	7,00	8,00	20,40	20,40	20,40	30,90	43,50	1,10	6,62	6,83	10,73	7	0,04	0,70	0,70	1,40	1,00	1,00	2,00	2,00	2,13	8,32	9,53	14,13	6,19	4,60	13,53	12,72	13,93	21,03	-0,81	7,10	
	CC21	34,00	50,00	12,00	16,00	29,40	29,40	29,40	41,00	106,80	2,82	16,54	17,08	26,86	9	0,04	0,90	0,90	1,80	1,00	1,00	2,00	2,00	3,86	18,44	19,98	30,66	14,58	10,68	11,26	13,84	15,38	21,66	2,58	6,28	+F [47]/-F [2150]
	CC5	34,00	50,00	12,00	16,00	34,00	34,00	34,00	42,00	78,80	1,70	11,33	11,62	18,24	9	0,04	0,90	0,90	1,80	1,00	1,00	2,00	2,00	2,74	13,23	14,52	22,04	10,49	7,52	14,74	13,23	14,52	14,04	-1,51	-0,48	
	CC1	34,00	50,00	12,00	16,00	34,00	34,00	34,00	42,00	78,80	1,70	11,33	11,62	18,24	9	0,04	0,90	0,90	1,80	1,00	1,00	2,00	2,00	2,74	13,23	14,52	22,04	10,49	7,52	14,74	13,23	14,52	14,04	-1,51	-0,48	
	CC6	34,00	50,00	12,00	16,00	34,00	34,00	34,00	42,00	77,80	1,66	11,14	11,43	17,93	9	0,04	0,90	0,90	1,80	1,00	1,00	2,00	2,00	2,70	13,04	14,33	21,73	10,34	7,40	14,70	13,04	14,33	13,73	-1,66	-0,60	
	CC4	34,00	50,00	12,00	16,00	34,00	34,00	34,00	42,00	72,80	1,46	10,21	10,45	16,39	9	0,04	0,90	0,90	1,80	1,00	1,00	2,00	2,00	2,50	12,11	13,35	20,19	9,61	6,84	14,50	12,11	13,35	12,19	-2,39	-1,16	
	CC20	34,00	50,00	12,00	16,00	32,90	32,90	32,90	39,20	88,80	2,10	13,19	13,57	21,32	9	0,04	0,90	0,90	1,80	1,00	1,00	2,00	2,00	3,14	15,09	16,47	25,12	11,95	8,65	14,04	13,99	15,37	14,32	-0,05	-1,05	
	CC18	34,00	50,00	12,00	16,00	32,90	32,90	32,90	39,20	83,80	1,90	12,26	12,60	19,78	9	0,04	0,90	0,90	1,80	1,00	1,00	2,00	2,00	2,94	14,16	15,50	23,58	11,22	8,08	13,84	13,06	14,40	12,78	-0,78	-1,62	
	CC19	34,00	50,00	12,00	16,00	32,90	32,90	32,90	39,20	82,80	1,86	12,07	12,40	19,47	9	0,04	0,90	0,90	1,80	1,00	1,00	2,00	2,00	2,90	13,97	15,30	23,27	11,07	7,97	13,80	12,87	14,20	12,47	-0,93	-1,73	
	CC14	34,00	50,00	12,00	16,00	32,90	32,90	32,90	39,20	99,80	2,37	14,85	15,28	24,01	9	0,04	0,90	0,90	1,80	1,00	1,00	2,00	2,00	3,41	16,75	18,18	27,81	13,34	9,63	14,31	15,65	17,08	17,01	1,34	-0,07	-F [862;950]
	CC13	34,00	50,00	12,00	16,00	32,90	32,90	32,90	39,20	79,80	1,57	11,13	11,38	17,85	9	0,04	0,90	0,90	1,80	1,00	1,00	2,00	2,00	2,61	13,03	14,28	21,65	10,42	7,37	13,51	11,93	13,18	10,85	-1,58	-2,33	
	CC12	34,00	50,00	12,00	16,00	32,90	32,90	32,90	39,20	91,80	2,05	13,36	13,72	21,55	9	0,04	0,90	0,90	1,80	1,00	1,00	2,00	2,00	3,09	15,26	16,62	25,35	12,17	8,72	13,99	14,16	15,52	14,55	0,17	-0,98	
	CC11	16,00	24,00	7,00	8,00	21,80	21,80	21,80	21,60	24,30	0,97	4,52	4,74	7,48	3	0,02	0,30	0,30	0,60	1,00	1,00	2,00	2,00	1,99	5,82	7,04	10,08	3,83	3,05	14,79	11,62	12,84	7,68	-3,17	-5,15	
	CC17	16,00	24,00	7,00	8,00	21,80	21,80	21,80	21,60	25,30	1,01	4,71	4,93	7,79	3	0,02	0,30	0,30	0,60	1,00	1,00	2,00	2,00	2,03	6,01	7,23	10,39	3,98	3,16	14,83	11,81	13,03	7,99	-3,02	-5,04	-F [47]
	CC23-ZAP	16,00	24,00	7,00	8,00	21,80	21,80	21,80	21,60	21,30	0,85	3,96	4,15	6,56	3	0,02	0,30	0,30	0,60	1,00	1,00	2,00	2,00	1,87	5,26	6,45	9,16	3,39	2,71	14,67	11,06	12,25	6,76	-3,61	-5,49	
	CC22-ZAP	16,00	24,00	7,00	8,00	21,80	21,80	21,80	21,60	21,30	0,85	3,96	4,15	6,56	3	0,02	0,30	0,30	0,60	1,00	1,00	2,00	2,00	1,87	5,26	6,45	9,16	3,39	2,71	14,67	11,06	12,25	6,76	-3,61	-5,49	
	CC8	16,00	24,00	7,00	8,00	20,70	20,70	20,70	18,80	37,30	1,49	6,94	7,27	11,49	3	0,02	0,30	0,30	0,60	1,00	1,00	2,00	2,00	2,51	8,24	9,57	14,09	5,73	4,51	14,21	12,94	14,27	8,89	-1,27	-5,39	
	CC7	16,00	24,00	7,00	8,00	20,70	20,70	20,70	18,80	36,30	1,45	6,75	7,08	11,18	3	0,02	0,30	0,30	0,60	1,00	1,00	2,00	2,00	2,47	8,05	9,38	13,78	5,58	4,40	14,17	12,75	14,08	8,58	-1,42	-5,50	
	CC10	16,00	24,00	7,00	8,00	20,70	20,70	20,70	18,80	30,30	1,21	5,64	5,91	9,33	3	0,02	0,30	0,30	0,60	1,00	1,00	2,00	2,00	2,23	6,94	8,21	11,93	4,71	3,72	13,93	11,64	12,91	6,73	-2,29	-6,18	
	CC9	16,00	24,00	7,00	8,00	20,70	20,70	20,70	18,80	29,30	1,17	5,45	5,71	9,02	3	0,02	0,30	0,30	0,60	1,00	1,00	2,00	2,00	2,19	6,75	8,01	11,62	4,56	3,61	13,89	11,45	12,71	6,42	-2,44	-6,29	+F [2150]

Anexo A – Fichas Técnicas de Luminárias

ARLO FICHA TÉCNICA

APLICAÇÃO SALIENTE

LED | 230V/50Hz | IP20



NORMAS: EN 60598-1, EN 60598-2-1



DESCRIÇÃO DE PRODUTO

Luminária LED orientável para aplicação saliente.

Corpo em alumínio lacado a epoxy-poliéster.

FONTE DE LUZ

Lâmpada GU10

COR DISPONÍVEL/ACABAMENTO



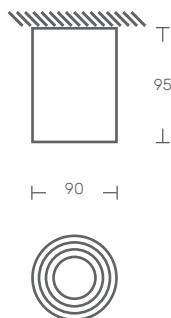
1-branco/ 2-preto

TEMPERATURA/COR DE LUZ DISPONÍVEL



2700K/ 3000K/ 4000K

DESENHO TÉCNICO

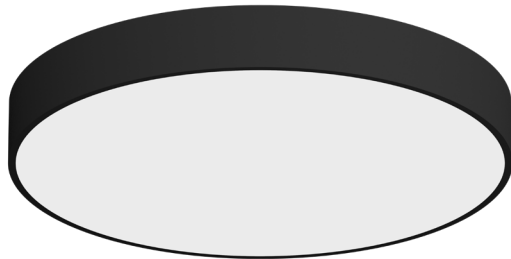


ARLO

LED GU10	POTÊNCIA (W)	FLUXO (lm)	CÓDIGO
	6	600	ARLO.006.LK.AED
	8	825	ARLO.008.LK.AED
	-	-	ARLO.000.LK.AED

DOL FICHA TÉCNICA APLICAÇÃO SALIENTE

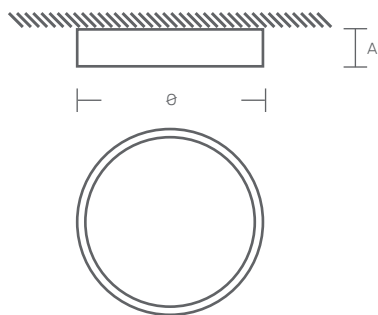
LED | 230V/50Hz | IP20



NORMAS: EN 60598-1, EN 60598-2-1



DESENHO TÉCNICO



DESCRIÇÃO DE PRODUTO

Luminária circular LED para aplicação saliente.

Corpo em alumínio extrudido revestido a epoxi poliéster.

Difusor em policarbonato opalino.

FONTE DE LUZ

Driver LED, 220-240VAC-50/60Hz.

CRI>80, 65.000h de vida útil.

@L80, B10, Ta 25°.

COR DISPONÍVEL/ACABAMENTO



1-branco/ 2-preto/ 4-antracite/ 6- cinza/
8-RAL

TEMPERATURA/COR DE LUZ DISPONÍVEL



2700K/ 3000K/ 4000K/ 6500K/ TW

DIFUSOR DISPONÍVEL



0 -opalino

DRIVER DISPONÍVEL

1- HF - ON/OFF

2- DALI - Regulação de fluxo

4- W - Branco sintonizável

DOL

DIMENSÕES (mm)	POTÊNCIA (W)	FLUXO (lm)	CÓDIGO
Ø 220x80	15	2400	DOL22.015.LK.AED
Ø 320x80	15	2050	DOL32.015.LK.AED
Ø 320x80	29	4100	DOL32.029.LK.AED
Ø 420x80	17	2350	DOL42.017.LK.AED
Ø 420x80	34	4700	DOL42.034.LK.AED
Ø 620x80	41	7300	DOL62.041.LK.AED
Ø 620x80	85	14000	DOL62.085.LK.AED
Ø 905x125	104	19500	DOL90.104.LK.AED
Ø 905x125	143	27500	DOL90.143.LK.AED
Ø 1205x125	110	22000	DOL12.110.LK.AED
Ø 1205x125	190	37500	DOL12.190.LK.AED

LUPE

FICHA TÉCNICA

APLICAÇÃO SUSPensa

LED GU10 | 230V/50Hz | IP20



NORMAS: EN 60598-1, EN 60598-2-1



DESCRIÇÃO DE PRODUTO

Luminária para aplicação suspensa.
Corpo em alumínio.

FONTE DE LUZ

Lâmpada GU10

COR DISPONÍVEL/ACABAMENTO



1-branco / 2-preto

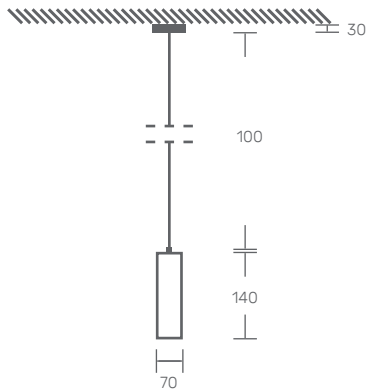
*acabamento cromado sob consulta

TEMPERATURA/COR DE LUZ DISPONÍVEL



2700K/ 3000K/ 4000K

DESENHO TÉCNICO



LUPE

LED GU10	POTÊNCIA (W)	FLUXO (lm)	CÓDIGO
	6	600	LUPE.006.LK.AED
	8	825	LUPE.008.LK.AED
	-	-	LUPE.000.LK.AED

Possibilidade de linhas à medida - Sob consulta

MOON FICHA TÉCNICA

APLICAÇÃO SALIENTE

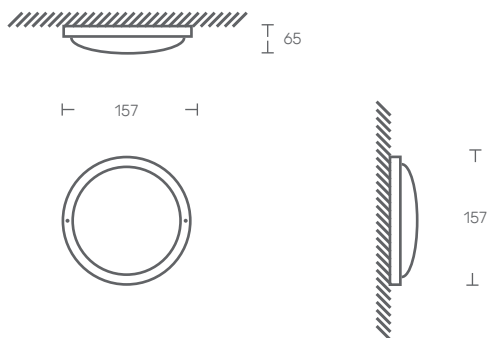
LED | 230V/50Hz | IP65



NORMAS: EN 60598-1, EN 60598-2-1



DESENHO TÉCNICO



DESCRIÇÃO DE PRODUTO

Luminária LED para aplicação saliente na parede ou teto.

Corpo em policarbonato.

FONTE DE LUZ

LED 15W

CRI>80, L80/B50, FP>0.9, 25.000 de vida útil

COR DISPONÍVEL/ACABAMENTO



1-branco/ 2-preto

TEMPERATURA/COR DE LUZ DISPONÍVEL



3000K / 4000K

DIFUSOR DISPONÍVEL



0 - opalino

DRIVER DISPONÍVEL

1- HF - ON/OFF

MOON

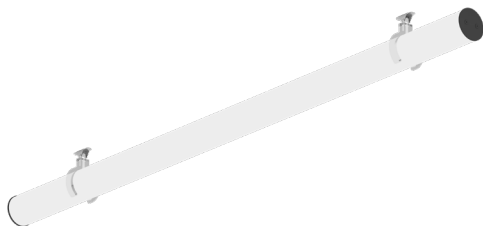
POTÊNCIA (W)	FLUXO (lm)	CÓDIGO
15	1250	MOON.015.LK.AED

PIPE

FICHA TÉCNICA

APLICAÇÃO SALIENTE

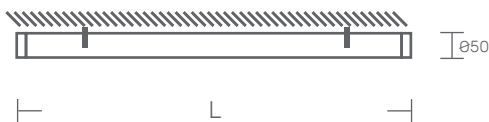
LED | 230V/50Hz | IP43



NORMAS: EN 60598-1, EN 60598-2-1



DESENHO TÉCNICO



AVAILABLE APPLICATION



1-claw



2-ring



3-clip

DESCRIÇÃO DE PRODUTO

Luminária tubular LED para aplicação saliente.

Corpo com 50mm de diâmetro em policarbonato opalino. Topos em alumínio extrudido anodizado lacado.

FONTE DE LUZ

Driver LED, 220-240VAC-50/60Hz.

CRI>80, 80.000h de vida útil.

@L90, B10, Ta 25°.

COR DISPONÍVEL/ACABAMENTO



0-opal/ 1-branco/ 2-preto/ 4-antracite/
5-escovado/ 6-cinza

TEMPERATURA/COR DE LUZ DISPONÍVEL



2700K/ 3000K/ 4000K/ 6500K/ TW

DIFUSOR DISPONÍVEL



0 -opalino

DRIVER DISPONÍVEL

1- HF - ON/OFF

2- DALI - Regulação de fluxo

3- 1-10V - Regulação de fluxo

4- W - Branco sintonizável

PIPE

DIMENSÕES (mm)	POTÊNCIA (W)	FLUXO (lm)	CÓDIGO
600	16	2800	PIPE.0600.LK.AED
740	20	3500	PIPE.0740.LK.AED
880	24	4200	PIPE.0880.LK.AED
1020	28	4900	PIPE.1020.LK.AED
1160	32	5600	PIPE.1160.LK.AED
1300	36	6300	PIPE.1300.LK.AED
1440	40	7000	PIPE.1440.LK.AED
1580	44	7700	PIPE.1580.LK.AED
1720	48	8400	PIPE.1720.LK.AED

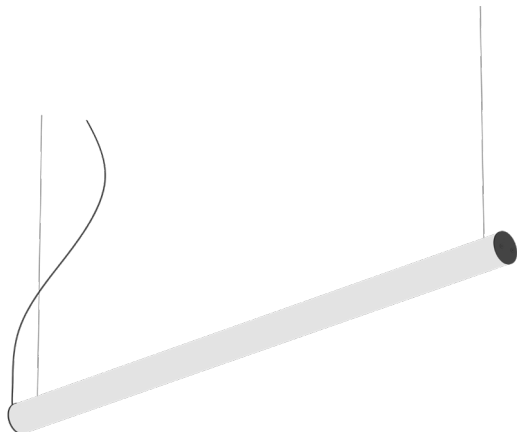
DIMENSÕES (mm)	POTÊNCIA (W)	FLUXO (lm)	CÓDIGO
1860	52	9100	PIPE.1860.LK.AED
2000	56	9800	PIPE.2000.LK.AED
2140	60	10500	PIPE.2140.LK.AED
2280	64	11200	PIPE.2280.LK.AED
2420	68	11900	PIPE.2420.LK.AED
2560	72	12600	PIPE.2560.LK.AED
2700	76	13300	PIPE.2700.LK.AED
2840	80	14000	PIPE.2840.LK.AED
2980	84	14700	PIPE.2980.LK.AED

Possibilidade de linhas à medida - Sob consulta

PIPE S FICHA TÉCNICA

APLICAÇÃO SUSPENSA

LED | 230V/50Hz | IP43

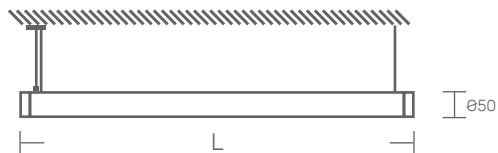


NORMAS: EN 60598-1, EN 60598-2-1



Possibilidade de florão saliente ou de encastrar

DESENHO TÉCNICO



DESCRIÇÃO DE PRODUTO

Luminária tubular LED para aplicação suspenso.

Corpo com 50mm de diâmetro em policarbonato opalino. Topos em alumínio extrudido anodizado lacado.

FONTE DE LUZ

Driver LED, 220-240VAC-50/60Hz.

CRI>80, 80.000h de vida útil.

@L90, B10, Ta 25°.

COR DISPONÍVEL/ACABAMENTO



0-opal/ 1-branco/ 2-preto/ 4-antracite/
5-escovado/ 6-cinza

TEMPERATURA/COR DE LUZ DISPONÍVEL



2700K/ 3000K/ 4000K/ 6500K/ TW

DIFUSOR DISPONÍVEL



0 - opalino

DRIVER DISPONÍVEL

1- HF - ON/OFF

2- DALI - Regulação de fluxo

3- 1-10V - Regulação de fluxo

4- W - Branco sintonizável

PIPE S

DIMENSÕES (mm)	POTÊNCIA (W)	FLUXO (lm)	CÓDIGO
600	16	2800	PIPES.0600.LK.AED
740	20	3500	PIPES.0740.LK.AED
880	24	4200	PIPES.0880.LK.AED
1020	28	4900	PIPES.1020.LK.AED
1160	32	5600	PIPES.1160.LK.AED
1300	36	6300	PIPES.1300.LK.AED
1440	40	7000	PIPES.1440.LK.AED
1580	44	7700	PIPES.1580.LK.AED
1720	48	8400	PIPES.1720.LK.AED

DIMENSÕES (mm)	POTÊNCIA (W)	FLUXO (lm)	CÓDIGO
1860	52	9100	PIPES.1860.LK.AED
2000	56	9800	PIPES.2000.LK.AED
2140	60	10500	PIPES.2140.LK.AED
2280	64	11200	PIPES.2280.LK.AED
2420	68	11900	PIPES.2420.LK.AED
2560	72	12600	PIPES.2560.LK.AED
2700	76	13300	PIPES.2700.LK.AED
2840	80	14000	PIPES.2840.LK.AED
2980	84	14700	PIPES.2980.LK.AED

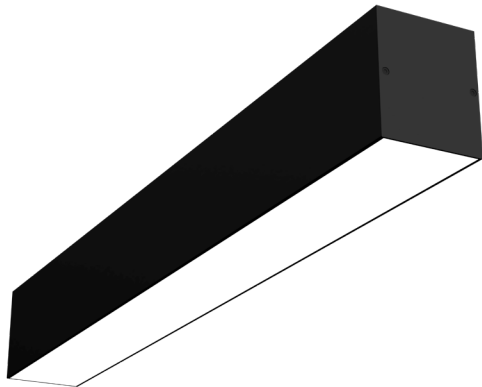
Possibilidade de linhas à medida - Sob consulta

SCUTT 63

FICHA TÉCNICA

APLICAÇÃO SALIENTE

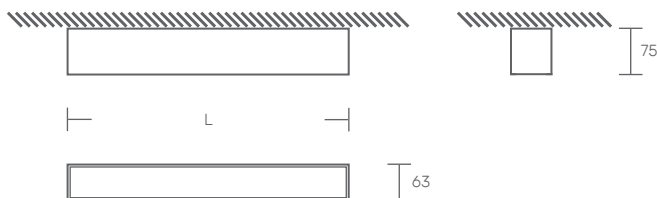
LED | 230V/50Hz | IP40



NORMAS: EN 60598-1, EN 60598-2-1



DESENHO TÉCNICO



DESCRIÇÃO DE PRODUTO

Luminária LED para aplicação saliente no teto.

Perfil em alumínio extrudido anodizado com 63mm de largura.

Difusor de clipar em policarbonato opalino.

FONTE DE LUZ

Driver LED, 220-240VAC-50/60Hz.

CRI>80, 80.000h de vida útil.

@L90, B10, Ta 25°.

COR DISPONÍVEL/ACABAMENTO



1-branco/ 2-preto/ 3-natural/ 4-antracite/
8-RAL

TEMPERATURA/COR DE LUZ DISPONÍVEL



2700K/ 3000K/ 4000K/ 6500K/ TW

DIFUSOR DISPONÍVEL



O -opalino / N -negro/ P -microprismático

DRIVER DISPONÍVEL

1- HF - ON/OFF

2- DALI - Regulação de fluxo

3- 1-10V - Regulação de fluxo

4- W - Tunable white



1-3h

Disponível com kit de emergência

SCUTT 63

DIMENSÕES (mm)	POTÊNCIA (W)	FLUXO (lm)	CÓDIGO
570x63x75	16	2800	SC63.0570.LK.AED
710x63x75	20	3500	SC63.0710.LK.AED
850x63x75	24	4200	SC63.0850.LK.AED
990x63x75	28	4900	SC63.0990.LK.AED
1130x63x75	32	5600	SC63.1130.LK.AED
1270x63x75	36	6300	SC63.1270.LK.AED
1410x63x75	40	7000	SC63.1410.LK.AED
1550x63x75	44	7700	SC63.1550.LK.AED
1690x63x75	48	8400	SC63.1690.LK.AED
1830x63x75	52	9100	SC63.1830.LK.AED
1970x63x75	56	9800	SC63.1970.LK.AED
2110x63x75	60	10500	SC63.2110.LK.AED
2250x63x75	64	11200	SC63.2250.LK.AED

DIMENSÕES (mm)	POTÊNCIA (W)	FLUXO (lm)	CÓDIGO
2390x63x75	68	11900	SC63.2390.LK.AED
2530x63x75	72	12600	SC63.2530.LK.AED
2670x63x75	76	13300	SC63.2670.LK.AED
2810x63x75	80	14000	SC63.2810.LK.AED
2950x63x75	84	14700	SC63.2950.LK.AED
3090x63x75	88	15400	SC63.3090.LK.AED
3230x63x75	92	16100	SC63.3230.LK.AED
3370x63x75	96	16800	SC63.3370.LK.AED
3510x63x75	100	17500	SC63.3510.LK.AED
3650x63x75	104	18200	SC63.3650.LK.AED
3790x63x75	108	18900	SC63.3790.LK.AED
3930x63x75	112	19600	SC63.3930.LK.AED

Possibilidade de linhas à medida - Sob consulta

TECO

FICHA TÉCNICA

APLICAÇÃO SALIENTE

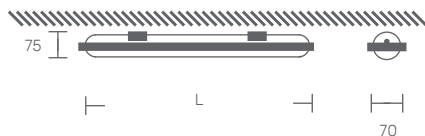
LED | 230V/50Hz | IP65 | IK08



NORMAS: EN 60598-1, EN 60598-2-1



DESENHO TÉCNICO



DESCRIÇÃO DE PRODUTO

Luminária industrial LED para aplicação saliente.

Corpo e difusor em policarbonato.

FONTE DE LUZ

LED, 220-240VAC-50/60Hz.

CRI>80, L90, B10, Ta25°C, 80.000h de vida útil.

COR DISPONÍVEL/ACABAMENTO



6-cinza

TEMPERATURA/COR DE LUZ DISPONÍVEL



2700K / 3000K / 4000K / 6500K

DIFUSOR DISPONÍVEL



0 - opalino

DRIVER DISPONÍVEL

1- HF - ON/OFF

TECO

DIMENSÕES (mm)	POTÊNCIA (W)	FLUXO (lm)	CÓDIGO
610x70x75	16	2800	TECO.016.LK.610
610x70x75	32	5600	TECO.032.LK.610
1210x70x75	33	5600	TECO.033.LK.610
1210x70x75	64	12000	TECO.064.LK.610
1510x70x75	40	7000	TECO.040.LK.610
1510x70x75	80	14000	TECO.080.LK.610



**Instituto Superior
de Engenharia**

Politécnico de Coimbra