

**Projeto de Instalações Elétricas,
Telecomunicações e Segurança Contra Incêndios
de um Centro Escolar**

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

Autor
Eurico Ferreira Lopes

Orientador
Doutor Paulo José Gameiro Pereirinha
Doutora Cristina Isabel Ferreira Figueiras Faustino Agreira
Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Coimbra, Dezembro, 2013

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, especialmente ao departamento de engenharia electrotécnica pelas condições de trabalho proporcionadas.

Agradeço aos meus orientadores de projeto, Doutor Paulo José Gameiro Pereirinha e Doutora Cristina Isabel Ferreira Figueiras Faustino Agreira, pela atenta orientação, pela disponibilidade, e conselhos dados.

Agradeço a toda a minha família, pela compreensão, incentivo e carinho dedicados.

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para tornar possível a conclusão deste projeto.

A todos o meu sincero Obrigado.

RESUMO

No âmbito da obtenção do grau de mestre em Instalações e Equipamentos em Edifícios, do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, sob a orientação do Doutor Paulo José Gameiro Pereirinha e Doutora Cristina Isabel Ferreira Figueiras Faustino Agreira, foram desenvolvidos os projetos das especialidades de Instalações Elétricas, Infraestruturas de Telecomunicações e Segurança Contra Incêndios de um centro escolar.

Este trabalho tem como objectivo realizar o estudo das várias especialidades e dotar o edifício das infra-estruturas necessárias ao seu bom funcionamento, bem como, a comodidade e segurança dos seus utilizadores.

O presente trabalho está dividido essencialmente em quatro partes, o projeto Elétrico, o projeto de Infra-estruturas de Telecomunicações, o projeto de Segurança Contra Incêndios e por último a parte de Medição e Orçamento.

A elaboração de cada projeto de especialidade foi desenvolvida mediante três passos, o estudo prévio da legislação, normas e regulamentos em vigor, aplicadas ao tipo de edifício em questão, dimensionamento dos diversos equipamentos e infra-estruturas de cada especialidade resultante da aplicação prática da legislação vigente, e por último elaboração de peças desenhadas da distribuição dos diversos equipamentos pelo edifício e da documentação técnica.

PALAVRAS-CHAVE: Instalações Elétricas, Infraestruturas de Telecomunicações, Segurança Contra Incêndios.

ABSTRACT

Within the framework of degree of Master of Facilities and Equipment in Buildings, of *Instituto Superior de Engenharia de Coimbra*, rises the guidance of *Dr. Paulo José Gameiro Pereirinha* and *Dra. Cristina Isabel Ferreira Figueiras Faustino Agreira*, projects of the specialties of Electrical Installations, Infrastructure and Telecommunications and Fire Safety of a school center were developed.

This paper aims to carry out the study of the various specialties and equipment the building of infrastructure necessary for its proper functioning, as well as the convenience and safety of its users.

This work is divided essentially into four parts, the Electrical project, the Telecommunications Infrastructure project, the Fire Safety project and last part of the Measurement and Budget.

The development of each project was developed through a three steps, the previous study of the laws, rules and regulations, applicable to the type of building in question, sizing of various equipment and infrastructure of each specialty resulting from the practical application of existing legislation, and finally preparation of drawings of the distribution of various equipment for the building and the technical documentation.

KEYWORDS: Electrical, Telecommunications Infrastructure, Fire Safety.

Índice

ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE TABELAS	XIII
SIMBOLOGIA	XV
ABREVIATURAS	XVII
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. MOTIVAÇÕES E OBJECTIVOS	1
1.2. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	1
2. PROJETO ELÉTRICO	3
2.1. CONDIÇÕES TÉCNICAS	3
2.2. EDIFÍCIOS RECEBENDO PUBLICO	7
2.3. QUADROS ELÉCTRICOS	8
2.3.1. QUADRO DE ENTRADA	8
2.4. DIMENSIONAMENTO DAS CANALIZAÇÕES	9
2.4.1. DETERMINAÇÃO DA POTÊNCIA PREVISÍVEL	9
2.4.2. SECÇÃO MÍNIMA DOS CONDUTORES	9
2.4.3. PROTECÇÃO DAS CANALIZAÇÕES CONTRA SOBRE-INTENSIDADES	10
2.4.4. PROTECÇÃO CONTRA SOBRECARGAS	10
2.4.5. QUEDAS DE TENSÃO	14
2.4.6. DIMENSIONAMENTO DOS TUBOS	15
2.5. ALIMENTAÇÃO DAS INSTALAÇÕES	16
2.6. CÁLCULOS LUMINOTECNICOS	16
2.7. CONCEPÇÃO DAS INSTALAÇÕES	18
2.7.1. ILUMINAÇÃO NORMAL	19
2.7.2. ILUMINAÇÃO DE SEGURANÇA	20
2.7.3. ILUMINAÇÃO EXTERIOR	21
2.7.4. TOMADAS DE USOS GERAIS/ALIMENTAÇÃO A MÁQUINAS/ REDE UPS	22
2.7.5. QUADROS ELÉCTRICOS	23
2.7.6. REDE DE ALIMENTADORES	23
2.7.7. DIMENSIONAMENTO	23
3. PROJETO ITED	35
3.1. TUBAGENS	35
3.1.1. DIMENSIONAMENTO DOS TUBOS	36
3.1.2. DIMENSIONAMENTO DE CALHAS	37
3.2. REDE DE TUBAGENS	38
3.3. REDE DE CABOS	39
3.3.1. REDE DE CABOS COAXIAIS	39
3.4. SALAS TÉCNICAS	40
3.5. CONCEPÇÃO DAS INSTALAÇÕES	41
3.5.1. DIMENSIONAMENTO DA TUBAGEM	41
3.5.2. DIMENSIONAMENTO DE CALHAS	42
3.5.3. CALCULO DAS ATENUAÇÕES DA REDE DE CABOS COAXIAIS	42
3.6. CONCLUSÃO	46
4. PROJETO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS (SCI)	47
4.1. UTILIZAÇÕES TIPO DE EDIFÍCIOS E RECINTOS	47
4.2. LOCAIS DE RISCO	48

4.3.	CATEGORIA DE RISCO.....	49
4.4.	SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE DETECÇÃO DE INCÊNDIO (SADI).....	49
4.5.	UTILIZAÇÃO DO TIPO IV – ESCOLARES	51
4.5.1.	CLASSIFICAÇÃO DA CATEGORIA DE RISCO	51
4.5.2.	CLASSIFICAÇÃO DOS LOCAIS DE RISCO.....	52
4.5.3.	ABASTECIMENTO E PRONTIDÃO DOS MEIOS DE SOCORRO.....	53
4.5.4.	ISOLAMENTO E PROTECÇÃO DE LOCAIS DC RISCO	53
4.5.5.	CÁLCULO DO EFECTIVO	54
4.5.6.	SINALIZAÇÃO ILUMINAÇÃO E DETECÇÃO	55
4.5.7.	EQUIPAMENTOS E SISTEMAS DE EXTINÇÃO.....	56
4.6.	RESERVATÓRIO DE ÁGUA PRIVATIVO DO SERVIÇO DE INCÊNDIO (RASI)	56
4.7.	CENTRAL DE BOMBAGEM.....	58
4.8.	CONCEPÇÃO DAS INSTALAÇÕES.....	60
4.8.1.	LOCAIS DE RISCO.....	60
4.8.2.	FACTORES DE CLASSIFICAÇÃO DE RISCO APLICÁVEIS	61
4.8.3.	DISTRIBUIÇÃO E LOCALIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE SCI.....	64
4.8.4.	DEFINIÇÃO DOS CAMINHOS DE EVACUAÇÃO	64
4.8.5.	DIMENSIONAMENTO DO DEPÓSITO PRIVATIVO DE SCI.....	64
5.	MEDIÇÕES E ORÇAMENTO	65
6.	CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS	71
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
	ANEXO I	74
	PROJETO ELÉCTRICO	74
	ANEXO II.....	75
	PROJETO ITED.....	75
	ANEXO III.....	76
	PROJETO SCI	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1 Curva característica dos disjuntores magneto-térmicos segundo a norma EN60898 (Gepowercontrols, 2013).....	11
Figura 2. 2 Esquema da relação entre grandezas (DGGE, 2006)	11
Figura 2. 3 Exemplo de esquema eléctrico	13
Figura 2. 4 Esquema TT de ligações à terra	16
Figura 2. 5 Simulação da iluminação das salas de aula	19
Figura 2. 6 Simulação da iluminação Laboratórios	20
Figura 2. 7 Simulação da iluminação do auditório	20
Figura 2. 8 Simulação Dialux do cenário exterior	22
Figura 2. 9 Simulação em Dialux do cenário Exterior- parte do recreio	22
Figura 2. 10 Diagrama de Quadros.....	23

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2. 1 Índices de ocupação (RTIEBT,2006)	4
Tabela 2. 2 Classificação dos Edifícios em função da lotação (RTIEBT,2006)	4
Tabela 2. 3 Codificação das influências externas	5
Tabela 2. 4 Código de protecção IP	6
Tabela 2. 5 Código IK (Hensel, 2013).....	7
Tabela 2. 6 Secção mínima dos condutores.....	9
Tabela 2. 7 Valores da constante K, para o tempo de corte.....	12
Tabela 2. 8 Quedas de tensão máximas admissíveis	14
Tabela 2. 9 Níveis de Iluminância Recomendados (MP:IT,2009).....	17
Tabela 2. 10 Valores máximos e recomendados para a potência luminosa instalada por unidade de área (W/m ²) em função das iluminâncias requeridas (MP:IT,2009)	18
Tabela 2. 11 Dimensionamento da canalização de alimentação ao Quadro parcial das Salas 4.....	24
Tabela 2. 12 Dimensionamento da canalização de alimentação ao Quadro parcial das Salas 3.....	24
Tabela 2. 13 Dimensionamento da canalização de alimentação ao Quadro parcial das Salas 2.....	25
Tabela 2. 14 Dimensionamento da canalização de alimentação ao Quadro parcial das Salas 1.....	25
Tabela 2. 15 Dimensionamento da canalização de alimentação ao Quadro parcial do Ginásio	26
Tabela 2. 16 Dimensionamento da canalização de alimentação ao Quadro parcial da Cozinha	26
Tabela 2. 17 Dimensionamento da canalização de alimentação ao Quadro parcial da Recepção	27
Tabela 2. 18 Dimensionamento da canalização de alimentação ao Quadro parcial do Auditório	27
Tabela 2. 19 Dimensionamento da canalização de alimentação ao Quadro parcial do Laboratório de Química e Física.....	28
Tabela 2. 20 Dimensionamento da canalização de alimentação ao Quadro parcial da Área Técnica	28
Tabela 2. 21 Dimensionamento da canalização de alimentação ao Quadro de AVAC	29
Tabela 2. 22 Dimensionamento da canalização de alimentação à UPS.....	29
Tabela 2. 23 Dimensionamento da canalização de alimentação ao Quadro de Entrada	30
Tabela 2. 24 Cálculo das protecções contra as correntes de curto-circuito	32
Tabela 2. 25 Diâmetros interiores dos tubos VD (jsl-online,2013a)	33
Tabela 2. 26 Dimensionamento dos tubos em função dos cabos utilizados	33
Tabela 2. 27 Dimensionamento dos caminhos de cabos utilizados	34
Tabela 3. 1 Separação entre cabos de energia e telecomunicações (Manual ITED,2009).....	36
Tabela 3. 2 Diâmetro dos tubos VD (jsl-online,2013b).....	37
Tabela 3. 3 Secção de calhas (jsl-online,2013b).....	38
Tabela 3. 4 Rede de Tubagens em Edifícios Escolares (Manual ITED,2009).....	38
Tabela 3. 5 Redes de cabos em edifícios escolares (Manual ITED,2009).....	39
Tabela 3. 6 Tipos e dimensões das Salas Técnicas (Manual ITED,2009)	41
Tabela 3. 7 Cálculo do diâmetro dos tubos VD utilizados	41
Tabela 3. 8 Dimensionamento das Calhas de Telecomunicações.....	42
Tabela 3. 9 Cálculo da atenuação do cabo coaxial	42
Tabela 3. 10 Atenuações dos equipamentos utilizados.....	42
Tabela 3. 11 Atenuações da rede CATV do bastidor principal	43
Tabela 3. 12 Atenuações da rede MATV/SMATV do bastidor principal	43
Tabela 3. 13 Atenuações da rede CATV do bastidor 2	43
Tabela 3. 14 Atenuações da rede MATV/SMATV do bastidor 2.....	44
Tabela 3. 15 Atenuações da rede CATV do bastidor 3	44
Tabela 3. 16 Atenuações da rede MATV/SMATV do bastidor 3.....	44

Tabela 3. 17 Atenuações da rede CATV do bastidor 4.....	45
Tabela 3. 18 Atenuações da rede MATV/SMATV do bastidor 4.....	45
Tabela 3. 19 Atenuações da rede CATV do bastidor 5.....	46
Tabela 3. 20 Atenuações da rede MATV/SMATV do bastidor 5.....	46
Tabela 4. 1 Configurações das instalações de alarme (ANPC,2011d).....	51
Tabela 4. 2 Critérios de Definição da categoria de risco para Edifícios Escolares (Miguel e Silvano,2010)	52
Tabela 4. 3 Critérios de classificação dos locais de risco para Edifícios Escolares (Miguel e Silvano,2010)	52
Tabela 4. 4 Critérios para o Abastecimento e prontidão dos meios de socorro (Miguel e Silvano,2010)	53
Tabela 4. 5 Classes de Isolamento dos elementos de Construção consoante o Local de Risco (Miguel e Silvano,2010)	53
Tabela 4. 6 Índices de ocupação consoante o espaço para o cálculo do efectivo para edifícios escolares (Miguel e Silvano,2010)	54
Tabela 4. 7 Critérios para a sinalização, iluminação e detecção de incêndio (Miguel e Silvano,2010).....	55
Tabela 4. 8 Critérios para o estabelecimento de equipamentos e sistemas de extinção de incêndios, consoante a categoria de risco (Miguel e Silvano,2010).....	56
Tabela 4. 9 Tempo de autonomia do RASI em função da categoria de risco (ANPC,2011f).....	57
Tabela 4. 10 Cálculo do efectivo e definição do local de risco.....	62
Tabela 5. 1 Mapa de Medições e Orçamento.....	65

SIMBOLOGIA

I_B – Corrente de serviço

S – Potência Aparente

U_0 - Tensão normal de funcionamento circuitos monofásicos

U - Tensão normal de funcionamento circuitos trifásicos

I_Z - Corrente admissível na canalização

K_1 – Correção devida ao modo de colocação

K_2 – Correção associada à temperatura ambiente

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

I_N – Corrente estipulada do dispositivo de protecção

I_2 – Corrente convencional de funcionamento do dispositivo de protecção

P_{dc} – Poder de corte do dispositivo de protecção

I_{cc} – Corrente de curto-circuito

t – Tempo

S – Secção dos condutores

R_M – Resistência do condutor a montante

R_J – Resistência do condutor a jusante

ρ - Resistividade dos condutores à temperatura em serviço normal

l - Comprimento simples da canalização

u – Queda de tensão

Δu – Queda de tensão relativa

$\cos \Phi$ – Factor de potência do circuito

X – Reactância linear da canalização

E - Iluminância

I_{fu} – Corrente de funcionamento do disjuntor

D_{TUBO} – Diâmetro mínimo do tubo

n – Número de cabos a utilizar

dim – Diâmetro interno mínimo admissível

dn – Diâmetro externo

S_u – Secção da calha

s_n – Secção do cabo

A_{Fx} – Atenuação que se quer calcular

A_{F1} – Atenuação conhecida

f – Frequência

ABREVIATURAS

ANPC – Autoridade Nacional de Proteção Civil
AVAC – Aquecimento Ventilação e Ar Condicionado
CATV - *Community Antenna Television*
CC - Cabo Coaxial
CDI - Central de Detecção de *Incêndios*
CR – Cabeça de Rede
CVM – Câmara de visita multioperador
DGGE – Direção Geral de Geologia e Energia
FO - Fibra Ótica
ITED - Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios
MATV - *Master Antenna Television*
OS - *Single mode*. Fibra Ótica Monomodo
PAT - Passagem Aérea de Topo
PC - Par de Cobre
PD - Ponto de Distribuição.
RASI - Reservatório de Água privativo do Serviço de Incêndio
RC-CC - Repartidor de Cliente de Cabo Coaxial
RG-CC - Repartidor Geral de Cabo Coaxial
RJ-SCIE - Regime Jurídico da Segurança Contra Incêndio em Edifícios
RNG - Redes de Nova Geração
RTIEBT – Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão
SADI – Sistema Automático Detecção Incêndios
SCI – Segurança Contra Incêndios
SCIE – Segurança Contra Incêndios em Edifícios
SMATV - *Satellite Master Antenna Television*
TCD-C - Tecnologias de Comunicação por Difusão, em cabo coaxial
TIC – Tecnologias de Informação e Comunicação
TT - Tomada de Telecomunicações.
UGR - Unified Glare Rating
UTP - Unshielded Twisted Pair.
UT – Utilização Tipo

1. INTRODUÇÃO

A conceção de um novo edifício engloba diversas áreas de engenharia (Civil, Mecânica, Electrotécnica, etc.), sendo que cada uma deve ser complementar entre si e contribuir para o correto funcionamento das futuras instalações. Sempre que se pretende conceber um projeto de uma qualquer especialidade (Eléctrico, ITED, SCI, Domótica, AVAC, etc) é necessário atender a vários fatores como a flexibilidade de utilização e exploração, a segurança, economia e fiabilidade. Desta forma torna-se evidente a necessidade da interoperabilidade entre as diversas áreas.

1.1. MOTIVAÇÕES E OBJECTIVOS

O presente trabalho tem como objectivo realizar o estudo e projetos das áreas de especialidades de Instalações Eléctricas, Infraestruturas de Telecomunicações (ITED) e Segurança Contra Incêndios (SCI) de um centro escolar.

As motivações que levaram à concretização deste trabalho foram essencialmente:

- Conhecer e compreender o enquadramento legal nacional das diversas especialidades.
- Conhecer os princípios de funcionamento da aparelhagem e desenvolvimento das capacidades de selecção dos diversos equipamentos.
- Fomentar uma rápida e eficaz análise e interpretação de esquemas eléctricos de instalações de baixa tensão, esquemas de telecomunicações e de SCI em edifícios.
- Demonstrar capacidade no dimensionamento e evidenciar o conhecimento de regras e regulamentos de segurança em vigor.

1.2. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho está dividido essencialmente em quatro partes, o projeto Eléctrico, o projeto de Infra-estruturas de Telecomunicações, o projeto de Segurança Contra Incêndios e por último a parte de Medição e Orçamento.

No capítulo um, é realizada uma breve introdução, com os objetivos e organização do trabalho.

O capítulo dois diz respeito ao projeto de Instalações Eléctricas, onde é feito um estudo da legislação, normas e regulamentos em vigor, quer em termos eléctricos quer em termos luminotécnicos. São apresentados os cálculos de dimensionamento dos diversos equipamentos bem como os cálculos luminotécnicos. As peças desenhadas e documentação técnica estão apresentadas em anexo, apenas em formato digital.

O capítulo três diz respeito ao projeto ITED, onde é apresentado o estudo da legislação em vigor aplicada ao edifício em questão, seguido da apresentação dos cálculos de dimensionamento dos diversos equipamentos. As peças desenhadas e documentação técnica estão apresentadas em anexo, apenas em formato digital.

O capítulo quatro diz respeito ao projeto de SCI, onde é apresentado o estudo da legislação em vigor aplicada ao edifício em questão, seguido da apresentação dos cálculos de dimensionamento dos diversos equipamentos. As peças desenhadas e documentação técnica estão apresentadas em anexo, apenas em formato digital.

No capítulo cinco é apresentado as medições e orçamento das estruturas e equipamentos projectados.

2. PROJETO ELÉTRICO

O presente projeto eléctrico pretende dotar um edifício do tipo escolar (Centro Escolar) das Infraestruturas Eléctricas de energia normal e estabilizada, de modo a torná-lo tão funcional quanto possível, sem nunca esquecer o conforto, segurança e comodidade dos seus ocupantes. Neste capítulo é realizado um breve levantamento da legislação aplicável ao tipo de instalação em causa, e posteriormente a sua aplicação ao caso concreto em estudo.

2.1. CONDIÇÕES TÉCNICAS

A escolha e a aplicação dos equipamentos eléctricos devem ser executadas, de modo a que o funcionamento normal da instalação não coloque em risco a segurança dos utilizadores, além de assegurar uma elevada vida útil dos equipamentos aí instalados, como tal, deve ser seguida a legislação em vigor de modo a assegurar o correcto funcionamento das instalações em causa.

2.1.1. CLASSIFICAÇÃO DE LOCAIS

A classificação dos locais vai determinar a concepção da instalação eléctrica e o tipo de equipamentos a instalar. De acordo com RTIEBT a classificação dos locais é feita de duas formas: (RTIEBT,2006)

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

2.1.1.1. CLASSIFICAÇÃO DOS LOCAIS QUANTO Á SUA UTILIZAÇÃO

Relativamente á utilização do edifício é necessário determinar a sua lotação, de acordo com o ponto 801.2.3.0 das RTIEBT, a lotação de um edifício é conseguida pelo somatório do número de ocupantes (potenciais) de todos os espaços susceptíveis de ocupação. O número de ocupantes a considerar em função do tipo de local, deve ser:

- a) Locais sem lugares ou postos de trabalho fixos;
- b) Locais com lugares ou postos de trabalho fixos;
- c) Locais com zonas destinadas a ocupantes em pé;

Em quaisquer situações a cima descritas, a ocupação dever ser a prevista no projeto de arquitetura, no entanto, a ocupação nunca deve ser inferior ao produto das áreas interiores desses locais, pelo índice de ocupação indicado no quadro seguinte (Tabela2.1):

Tabela 2. 1 Índices de ocupação (RTIEBT,2006)

Locais sem lugares ou postos de trabalho fixos	Índice ocupação (pessoas/m²)
Espaços de ensino não especializado	0.7
Salas de reunião, de estudo ou de leitura	0.5
Salas de convívio ou refeitórios	1
Gabinetes	0.1
Secretarias	0.2
Recintos gimnodesportivos:	
○ Zonas de actividades	0.2
○ Balneários e vestiários	1
Bares (zonas de consumo)	2
Locais com zonas destinadas a ocupantes em pé	
Zonas de acesso a balções de serviço de refeitórios	
Zonas sem lugares sentados, destinados a espectadores de	
○ Salas de espectáculos	3
○ Recintos desportivos	
Outras zonas destinadas a ocupantes em pé	

A secção 801.2 das RTIEBT é destinada a estabelecimentos recebendo público. No que diz respeito à classificação quanto à sua lotação estes estabelecimentos são classificados de acordo com a tabela 2.2.

Na lotação incluem-se não só os utentes mas também os possíveis funcionários do edifício. (RTIEBT,2006)

Tabela 2. 2 Classificação dos Edifícios em função da lotação (RTIEBT,2006)

Categoria	Lotação (N)
1º	N > 1000
2º	500 < N ≤ 1000
3º	200 < N ≤ 500
4º	50 < N ≤ 200
5º	N < 50

2.1.1.2. CLASSIFICAÇÃO DE LOCAIS CONSIDERANDO AS INFLUÊNCIAS EXTERNAS

Relativamente às influências externas, estas condicionam a selecção das medidas de protecção e dos equipamentos a instalar. Cada condição de influência externa é designada por um código constituído sempre por um grupo de duas letras maiúsculas e de um algarismo (RTIEBT,2006).

Na tabela seguinte (Tabela 2.3) é descrito de forma sucinta a codificação das influências externas e a quantidade de naturezas existentes.

Tabela 2.3 Codificação das influências externas

Codificação das influências externas				
Elementos constituintes do código	Significado de cada elemento	Categoria das influências		
		Ambiente	Utilização	Construção de edifícios
1ª Letra do código	Categoria Geral	A	B	C
2ª Letra do código	Natureza da influência	A até S (17 naturezas)	A até E (5 naturezas)	A e B (2 naturezas)
Algarismo	Classe (caracteriza a severidade das IE)	1 a 8	1 a 5	2 a 4

2.1.1.3. SELECÇÃO DE EQUIPAMENTOS COM BASE NOS CÓDIGOS IP E IK

A selecção dos equipamentos a instalar é efectuada com base nos códigos IP e IK, de acordo com a secção 512.2 das RTIEBT, em que:

- ✓ IP – Índice de protecção contra a penetração de corpos sólidos e contra água;
- ✓ IK – Índice de protecção contra impactos mecânicos;


Os códigos de protecção IP e IK, indicam o grau de protecção dos invólucros para o equipamento eléctrico a que estão associados. (RTIEBT,2006)

2.1.1.3.1. CÓDIGO IP

O código IP (tabela seguinte) é definido pela norma EN60-529 (Policabos, 2013); é caracterizado pelas duas letras do código, dois algarismos característicos relativos às influências externas onde o equipamento será instalado, e por duas letras facultativas: adicional e suplementar. O primeiro algarismo indica o grau de protecção contra a penetração

de corpos sólidos e varia de 0 a 6, o segundo algarismo, indica o grau de protecção contra a penetração de água e varia de 0 a 8. Sempre que não for exigido um dos algarismos suplementares característicos este deve ser substituído por um X. (Policabos 2013)

Tabela 2. 4 Código de protecção IP

IP	Designação		IP	Designação
0	Não protegido		0	Não protegido
1	Protegido contra corpos sólidos superiores a 50 mm Ø (ex: costas da mão)		1	Protegido contra quedas de gotas de água na vertical (condensação)
2	Protegido contra corpos sólidos superiores a 12 mm Ø (ex: dedos da mão) mínimo exigido para a protecção contra contactos directos		2	Protegido contra as quedas de gotas de água até 15° vertical
3	Protegido contra corpos sólidos superiores a 2,5 mm Ø (ex: fios, ferramentas,...)		3	Protegido contra as gotas da chuva até 60° da vertical
4	Protegido contra corpos sólidos superiores a 1 mm Ø (ex: fios finos, ferramentas finas,...)		4	Protegido contra as projecções de água em todas as direcções
5	Protegido contra a poeira sem depósito prejudicial		5	Protegido contra os jatos de água em todas as direcções
6	Estanque á poeira		6	Protegido contra os jatos de água semelhantes as ondas do mar
			7	Protegido contra os efeitos da imersão
			8	Protegido contra os efeitos prolongados da imersão sob pressão

2.1.1.3.2. CÓDIGO IK

O código IK é definido pela norma EN50-102 (Hensel, 2013), é caracterizado por um grupo de algarismos (00 a 10) relativo à protecção contra choques mecânicos, de acordo com o demonstrado na tabela seguinte:

Tabela 2. 5 Código IK (Hensel, 2013)

Código IK	Energia de choque
00	Não protegido
01	0.15 joule
02	0.2 joule
03	0.35 joule
04	0.5 joule
05	0.7 joule
06	1 joule
07	2 joule
08	5 joule
09	10 joule
10	20 joule

2.2. EDIFÍCIOS RECEBENDO PÚBLICO

O projeto de edifícios classificados como edifícios do tipo recebendo público, devem ter em conta algumas regras, nomeadamente:

Os circuitos de alimentação dos locais acessíveis a público devem ser comandados e protegidos por dispositivos independentes dos locais inacessíveis a público, no entanto para as instalações de aquecimento eléctrico, ventilação e condicionamento de ar esta regra não se aplica.

Os quadros e os dispositivos de seccionamento, comando e protecção dos circuitos devem ser inacessíveis ao público, só podendo ser manobrados por pessoas qualificadas (BA5) ou por pessoas instruídas (BA4), devidamente autorizadas.

Os edifícios que possam funcionar em períodos com iluminação natural insuficiente, devem ser dotados de iluminação artificial constituída por:

- Iluminação normal;
- Iluminação de segurança;
- Iluminação de socorro (eventual).

A iluminação normal dos locais de estabelecimentos recebendo público da 1.^a, 2.^a, 3.^a ou 4.^a categoria, deve ser concebida para que avaria de um foco luminoso ou do respectivo circuito não deixe esses locais integralmente sem iluminação normal. Não é permitida a utilização de um único dispositivo diferencial para a totalidade dos circuitos da iluminação normal.

A iluminação de segurança deve permitir, em caso de avaria da iluminação normal, a evacuação segura e fácil do público para o exterior e a execução das manobras respeitantes à segurança e à intervenção dos socorros.

A iluminação de circulação é obrigatória:

- a) Nos locais onde possam permanecer mais do que 50 pessoas;
- b) Nos corredores e nos caminhos de evacuação, a distância entre aparelhos de iluminação consecutivos não deve ser superior a 15 m. (RTIEBT,2006)

2.3. QUADROS ELÉCTRICOS

Uma instalação eléctrica deve contemplar um quadro de entrada, onde será feita a contagem de energia e a alimentação aos diversos quadros parciais. Além disso, caso a instalação eléctrica sirva vários pisos é obrigatório a instalação de um quadro de piso, que faça a função de quadro de entrada, alimentando os quadros parciais desse piso.

No interior dos quadros deverá ficar colocado o respectivo esquema eléctrico, devidamente acondicionado e em lugar acessível apenas ao pessoal da manutenção.

A dimensão do quadro deverá ser estabelecida de forma a conseguir-se espaço para posteriores ampliações, bem como para futuros trabalhos de manutenção. (RTIEBT,2006)

2.3.1. QUADRO DE ENTRADA

O quadro de entrada deve ser colocado, dentro do edifício a que serve a instalação eléctrica, junto ao acesso normal do recinto e do local de entrada de energia. Quando não for viável localizar o quadro de entrada junto ao acesso normal do recinto, este pode ficar instalado num outro local, desde que, seja munido de um corte à distância a partir da entrada normal do edifício.

A localização e a instalação do quadro de entrada não pode, em nenhuma circunstância, ser um obstáculo à evacuação das pessoas ou à organização dos meios de socorro, em caso de acidente.

O quadro de entrada deve ser instalado em local adequado e de fácil acesso, de modo a que, os aparelhos fiquem, em relação ao pavimento, em posição facilmente acessível.

O quadro de entrada deve ser dotado de um dispositivo de corte geral, que corte simultaneamente todos os condutores activos, o dispositivo de corte geral pode ser dispensado quando o aparelho de corte da entrada da instalação eléctrica estiver localizado na mesma dependência do quadro de entrada. (RTIEBT,2006)

2.4. DIMENSIONAMENTO DAS CANALIZAÇÕES

2.4.1. DETERMINAÇÃO DA POTÊNCIA PREVISÍVEL

O dimensionamento das canalizações deve ter em conta a determinação da potência previsível, que de acordo com as RTIEBT os circuitos devem ser dimensionados para a potência total dos aparelhos de utilização que por eles são alimentados, afectada dos factores de utilização e de simultaneidade.

As potências mínimas e os factores de utilização e de simultaneidade a considerar no dimensionamento das instalações eléctricas devem ser afixadas de acordo com as necessidades e com as condições de exploração dos respectivos locais.

2.4.2. SECÇÃO MÍNIMA DOS CONDUTORES

De acordo com o quadro 52J das RTIEBT (Tabela 2.6) (RTIEBT,2006), a secção mínima dos condutores para os circuitos de iluminação e tomadas são:

Tabela 2. 6 Secção mínima dos condutores

Natureza das Canalizações		Utilização do Circuito	Condutores	
			Material	Secção (mm ²)
Instalações Fixas	Cabos e condutores isolados	Potência e iluminação	Cobre	1,5
			Alumínio	2,5(1)
		Sinalização e comando	Cobre	0,5(2)
	Condutores nus	Potência	Cobre	10
		Sinalização e comando	Alumínio	16
			Cobre	4
Ligações flexíveis por meio de cabos ou de condutores isolados		Para um dado aparelho	Cobre	(3)
		Para todas as outras aplicações	Cobre	0,75(4)
		Circuitos de tensão reduzida para aplicações especiais	Cobre	0,75

(1) - Os ligadores usados para as ligações de condutores de alumínio devem ser ensaiados e aprovados para esse fim específico. Em Portugal, não são, na prática, utilizados condutores em alumínio de secção inferior a 16 mm².

(2) - Admite-se a secção mínima de 0,1 mm² para os circuitos de sinalização e de comando destinados a aparelhos electrónicos.

(3) - De acordo com a Norma desse aparelho.

(4) - Admite-se a secção mínima de 0,1 mm² nos cabos flexíveis com pelo menos 7 condutores para os circuitos de sinalização e comando destinados a aparelhos electrónicos.

2.4.3. PROTECÇÃO DAS CANALIZAÇÕES CONTRA SOBRE-INTENSIDADES

Os condutores activos devem ser protegidos contra sobreintensidades, ou seja, contra curto-circuitos e sobrecargas (RTIEBT,2006). No entanto existem dispositivos de protecção que garantem a protecção contra sobre cargas e curto-circuitos simultaneamente, perante certas condições, a saber:

- Disjuntores (com disparadores de sobrecarga e de máximo de corrente)
 - Disjuntores magneto-térmicos – EN 60898
- Disjuntores associados a fusíveis;
- Fusíveis do tipo gG – EN 60298

2.4.4. PROTECÇÃO CONTRA SOBRECARGAS

Os dispositivos de protecção das canalizações contra sobrecargas devem ter características que satisfaçam simultaneamente as condições (RTIEBT,2006):

- $I_B \leq I_N \leq I_Z$ (2.1)

- $I_2 \leq 1,45 \times I_Z$ (2.2)

Em que:

I_B – Corrente de serviço do circuito obtida em função da potência do receptor (DGGE, 2006)

- Circuito monofásico
 - $I_B = \frac{S}{U_0}$ (2.3)

- Circuito Trifásico
 - $I_B = \frac{S}{\sqrt{3} \times U}$ (2.4)

Com:

S – Potência Aparente

U_0 - Tensão normal de funcionamento circuitos monofásicos, 230V

U - Tensão normal de funcionamento circuitos trifásicos, 400V

I_Z - Corrente admissível na canalização – em função da instalação

A determinação do I_Z deve ter em conta:

- Modos de instalação das canalizações - Quadro 52H das RTIEBT
- É obtida nos quadros 52 C0 a 52 C14 e 52 C30 das RTIEBT
- É corrigida conforme condições de instalação – Quadros 52 D1, 52 D2, 52 E1 a E6 das RTIEBT

$$I_Z = I'_Z \times K_1 \times K_2 \times K_3 \tag{2.5}$$

Onde:

K1 – Correção devida ao modo de colocação

K2 – Correção associada à temperatura ambiente

K3 – Correção para o estabelecimento de forma agrupada de condutores e cabos

I_N – Corrente estipulada do dispositivo de protecção

I_2 – Corrente convencional de funcionamento do dispositivo de protecção

$$I_2 = K_2 \times I_N \tag{2.6}$$

Em que K_2 , é uma constante que varia consoante a natureza do dispositivo de protecção, para os disjuntores modulares EN 60898 (figura seguinte) $K_2=1.45$, para outros disjuntores assumirá valores diferentes;

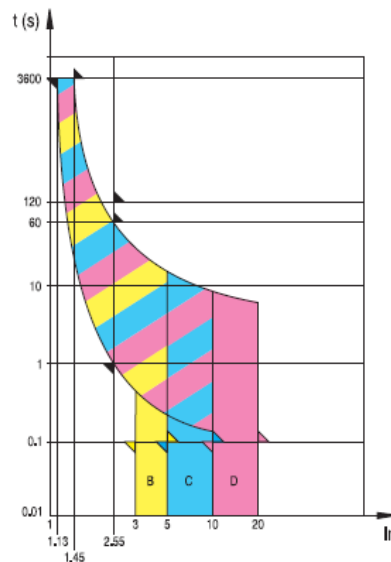


Figura 2. 1 Curva característica dos disjuntores magneto-térmicos segundo a norma EN60898 (Gepowercontrols, 2013)

A relação entre as grandezas é demonstrada na figura seguinte:

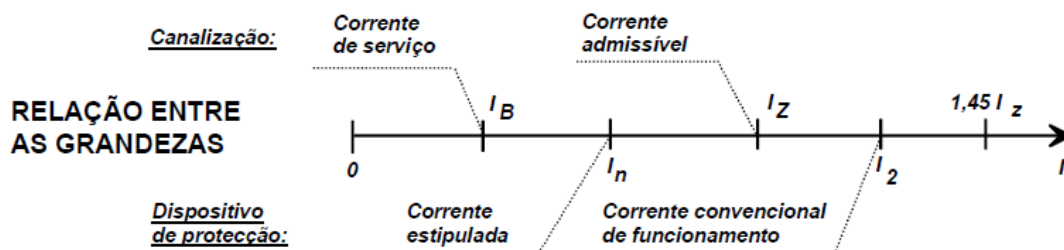


Figura 2. 2 Esquema da relação entre grandezas (DGGE, 2006)

2.4.4.1. PROTECÇÃO CONTRA CURTO-CIRCUITOS

A protecção contra curto-circuitos das canalizações eléctricas só é garantida se os aparelhos de protecção verificarem simultaneamente as condições: (RTIEBT,2006)

- O poder de corte (P_{dc}) do dispositivo de protecção não deve ser inferior á corrente de curto-circuito (I_{cc}) presumida para o local;

$$\circ I_{cc} \leq P_{dc} \quad (2.7)$$

- O tempo de corte da corrente de curto-circuito que se produza em qualquer ponto do circuito, não deve ser superior ao tempo correspondente à elevação da temperatura máxima admissível pelo condutor, para curto-circuitos de duração até cinco segundos o tempo necessário à elevação da temperatura máxima admissível pelo condutor é dado pela expressão:

$$\circ \sqrt{t} = K \times \frac{S}{I_{cc}} \quad (2.8)$$

Em que:

t - tempo, expresso em segundos;

K - é uma constante, cujos valores estão indicados na tabela seguinte:

Tabela 2. 7 Valores da constante K, para o tempo de corte

Valores de K	Descrição
115	Condutores de cobre isolados a policloreto de vinilo
134	Condutores de cobre isolados a borracha param uso geral ou a borracha butílica
143	Condutores de cobre isolados a polietileno reticulado ou a etileno-propileno
76	Condutores de alumínio isolados a policloreto de vinilo
89	Condutores de alumínio isolados a borracha butílica
94	Condutores de alumínio isolados a polietileno reticulado ou a etileno-propileno
115	Ligações soldadas a estanho aos condutores de cobre (correspondendo a uma temperatura de 160°C).

S – Secção dos condutores, expressa em milímetros quadrados;

I_{cc} - é a corrente de curto-circuito efectiva (valor eficaz), em amperes, para um curto-circuito franco no ponto mais afastado do circuito;

Ou seja, tendo em conta o esquema da figura seguinte:

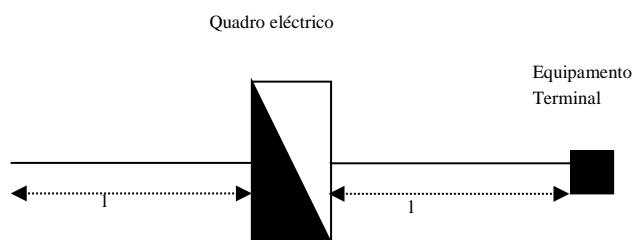


Figura 2. 3 Exemplo de esquema eléctrico

Calcula-se as resistências dos condutores a montante (R_M) e a jusante (R_J) do quadro eléctrico através da fórmula:

$$R = \frac{\rho \times l}{S} \quad (2.9)$$

Em que:

ρ - Resistividade dos condutores à temperatura em serviço normal, isto é, 1,25 vezes a resistividade a 20°C (0.0225Ωmm²/m para o cobre e 0.036Ωmm²/m para o alumínio);

l - comprimento simples da canalização, expresso em metros;

S - Secção dos condutores, expressa em milímetros quadrados;

Calcula-se a resistência total (R_T):

$$R_T = R_M + R_J \quad (2.10)$$

A corrente de curto-circuito (I_{CC}) é obtida então por:

$$I_{CC} = \frac{0,8 \times U_0}{R_T} \quad (2.11)$$

Em que:

U_0 - Tensão normal de funcionamento, 230V para circuitos monofásicos e 400V para circuitos trifásicos;

Com base no valor de I_{CC} obtido, escolhe-se um disjuntor, ou um fusível com poder de corte superior. Os valores do poder de corte estipulados normalizados existentes no mercado para os disjuntores são 1,5; 3; 4,5; 6;10; 15KA, e para os fusíveis do tipo gG é de 100kA, desta forma, a regra do poder de corte está verificada.

Substituindo o valor de I_{CC} em (2.8) se o tempo verificado for inferior a 5s a regra do tempo de corte também se verifica, logo a canalização estará protegida dado que o aparelho de protecção verifica simultaneamente as duas condições.

2.4.5. QUEDAS DE TENSÃO

As quedas de tensão máximas admissíveis para uma instalação com ou sem posto de transformação próprio estão descritas na tabela seguinte (quadro 52O, RTIEBT): (DGGE, 2006)

Tabela 2. 8 Quedas de tensão máximas admissíveis

Utilização	Iluminação	Outros usos
A - Instalações alimentadas directamente a partir de uma rede de distribuição (pública) em baixa tensão	3 %	5 %
B - Instalações alimentadas a partir de um Posto de Transformação MT/BT(1)	6 %	8 %

(1) - Sempre que possível, as quedas de tensão nos circuitos finais não devem exceder os valores indicados para a situação A. As quedas de tensão devem ser determinadas a partir das potências absorvidas pelos aparelhos de utilização com os factores de simultaneidade respectivos ou, na falta destes, das correntes de serviço de cada circuito.

As quedas de tensão podem ser determinadas a partir das expressões seguintes:

Circuitos monofásicos:

$$u = 2 \times I_B \times l \left(\frac{\rho}{S} \cos\varphi + X \sin\varphi \right) \quad (2.12)$$

Circuitos trifásicos:

$$u = \sqrt{3} \times I_B \times l \left(\frac{\rho}{S} \cos\varphi + X \sin\varphi \right) \quad (2.13)$$

E

$$\Delta u = 100 \frac{u}{U_0} \quad (2.14)$$

Sendo:

u – Queda de tensão, expressa em V;

Δu – Queda de tensão relativa, expressa em percentagem;

U_0 – Tensão entre fase e neutro, expressa em V;

ρ - Resistividade dos condutores à temperatura em serviço normal, isto é, 1,25 vezes a resistividade a 20°C (0.0225Ωmm²/m para o cobre e 0.036Ωmm²/m para o alumínio);

l – comprimento simples da canalização, expresso em metros;

S – Secção dos condutores, expressa em milímetros quadrados;

$\cos \Phi$ – Factor de potência do circuito;

X – reactância linear da canalização. Os valores de X (à falta de valores indicado pelo fabricante) são:

- $0.08 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$ para cabos multipolares
- $0.12 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$ para cabos unipolares;

I_B - Corrente de serviço expressa em amperes;

2.4.6. DIMENSIONAMENTO DOS TUBOS

O dimensionamento dos tubos é feito, considerando a secção e o raio do cabo, S_c e R_c , e a secção e o raio do tubo, S_t e R_t :

$$S_c = \pi \times R_c^2 \quad (2.15)$$

$$S_t = \pi \times R_t^2 \quad (2.16)$$

De acordo com as RTIBET: (RTIEBT,2006)

$$S_c = 0,4 \times S_t \quad (2.17)$$

Simplificando:

$$\pi \times R_c^2 = 0,4 \times \pi \times R_t^2 \Leftrightarrow R_c^2 = 0,4 \times R_t^2 \Leftrightarrow R_t^2 = \frac{R_c^2}{0,4} \Leftrightarrow R_t = \sqrt{\frac{R_c^2}{0,4}} \Leftrightarrow R_t \cong 1,6 \times R_c \quad (2.18)$$

2.4.7. DIMENSIONAMENTO DOS CAMINHOS DE CABOS

O Método para o dimensionamento dos caminhos de cabos é conseguido da seguinte forma:

- Soma-se a secção de todos os cabos previstos de percorrer o caminho de cabos (S_t);
 - $S_t = n_1 \times r_1^2 + \dots + n_n \times r_n^2$ (2.20)

Sendo n o número de cabos de raio r que percorrem o caminho de cabos.

- Multiplica-se S_t por um coeficiente de evolução (F_a), de modo a que, haja espaço para futuras ampliações (S_{total});
 - $S_{total} = F_a \times S_t$ (2.21)
- Fixa-se um valor para a altura lateral (H_{lat}) do caminho de cabos, consoante os valores normalizados existentes no mercado;
- Determina-se a largura (L) pelo quociente entre o valor de S_{total} e pela altura (H_{lat}) dos caminhos de cabos.
 - $L = \frac{S_{total}}{H_{lat}}$ (2.22)
- Escolhe-se o caminho de cabos normalizado seguinte.

No entanto, é necessário calcular o peso por metro, que o caminho de cabos terá de suportar, para tal, procedeu-se da seguinte forma:

- Soma-se o peso (p) por metro de cada cabo previsto de percorrer o caminho de cabos:
 - $p = p_1 + \dots + p_n$ (2.23)
- Multiplica-se por um factor de ampliação, de modo a obter o peso total (pt), que a esteira deve suportar
 - $pt = F_a \times p$ (2.24)

2.5. ALIMENTAÇÃO DAS INSTALAÇÕES

Nas instalações elétricas alimentadas a partir de uma rede de distribuição (pública) em baixa tensão, a 230 V, em monofásico ou a 230/400 V, em trifásico, o esquema de ligações à terra deve ser, em regra, o TT (Figura 2. 4).

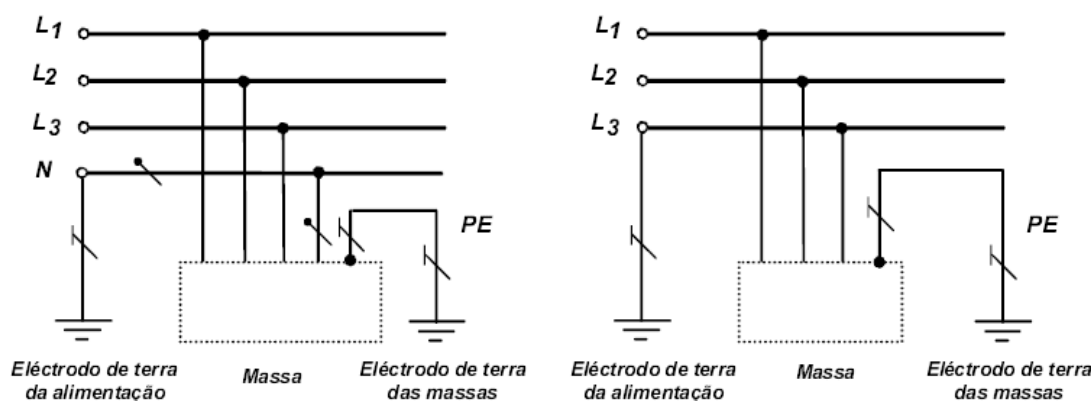


Figura 2. 4 Esquema TT de ligações à terra

O neutro pode ou não ser distribuído, o esquema TT tem um ponto da alimentação ligado directamente à terra, sendo as massas da instalação eléctrica ligadas a eléctrodos de terra electricamente distintos do eléctrodo de terra da alimentação. (RTIEBT,2006)

2.6. CÁLCULOS LUMINOTECNICOS

Os cálculos luminotécnicos efetuados tiveram em conta os índices da norma Europeia EN12646-1:2002, que foi aceite como norma portuguesa a partir de Maio de 2003 (transposição da norma – “*This European Standard shall be given the status of a national standard, either by publication of an identical text or by endorsement, at the latest by May 2003, and conflicting national standards shall be withdrawn at the latest by May 2003*”), na tabela seguinte (Tabela 2.9), são indicados os valores do nível médio de iluminância ($E_{méd}$ em lux) e os valores máximos para o desconforto visual (“*UGR – Unified Glare Rating*”): (MP:IT,2009)

Tabela 2. 9 Níveis de Iluminância Recomendados (MP:IT,2009)

Designação do Espaço	Designação na norma / Ponto da norma	E _{méd.} (lux)	UGR
Sala de aula normal	<i>Classroom / 6.2.1</i>	300	19
Quadro do professor	<i>Black board / 6.2.4</i>	500	19
Sala de aula normal com utilização nocturna e para formação de adultos	<i>Classroom for evening classes and adults education / 6.2.2</i>	500	19
Sala de aula TIC	<i>Computer practice rooms / 6.2.13</i>	300	19
Sala de desenho normal	<i>Art rooms / 6.2.6</i>	500	19
Sala de desenho técnico	<i>Technical drawing rooms / 6.2.8</i>	750	16
Salas de artes numa Escola de Artes	<i>Art rooms in art schools / 6.2.7</i>	750	19
Oficina e Laboratório (Física, Química, línguas, etc.)	<i>Practical rooms and laboratories / 6.2.9</i>	500	19
Sala de preparação do Laboratório	<i>Preparation rooms and workshops / 6.2.15</i>	500	22
Área de actividades lectivas complementares (“clubes”) e a exibição de trabalhos / conteúdos didácticos	<i>Student common rooms and assembly halls / 6.2.19</i>	200	22
Áreas administrativas, gabinetes de atendimentos ou não, salas de reuniões	<i>Writing, typing, reading, data processing / 3.2</i>	500	19
Gabinete de Psicologia; Posto de primeiros socorros	<i>Rooms for medical attention / 1.2.6</i>	500	19
Reprografia	<i>Filing, copyin, etc. / 3.1</i>	300	19
Biblioteca / Zona de prateleiras	<i>Bookshelves / 6.2.21</i>	200	19
Biblioteca / Zona de leitura	<i>Reading áreas / 6.2.22</i>	500	19
Auditório	<i>Conference and meeting rooms / 3.5</i>	500	19
Ginásio	<i>Sports halls, gymnasiums, swimming pools (general use) / 6.2.24</i>	300	22
Balneários e casas de banho	<i>Cloakrooms, washrooms, bathrooms, toilets / 1.2.4</i>	200	25
Entrada / Recepção	<i>Entrance halls / 6.2.16</i>	200	22
Zonas de circulação, corredores	<i>Circulation areas, corredors / 6.2.17</i>	100	25
Escadas	<i>Stairs / 6.2.18</i>	150	25
Loja de conveniência do estudante	<i>Sales area / 4.1</i>	300	22
Áreas sociais e de convívio	<i>Student common rooms and assembly halls / 6.2.19</i>	200	22
Arrecadações	<i>Stock rooms for teaching materials / 6.2.23</i>	100	25
Arquivo	<i>Archives / 3.7</i>	200	25
Refeitório e cafetaria	<i>School canteens / 6.2.25</i>	200	22
Cozinha	<i>Kitchen / 6.2.26</i>	500	22

Cumprindo com o nível de iluminação exigido para um espaço funcional, e tendo em vista a minimização dos custos de exploração e manutenção, deverá utilizar-se o menor número possível de luminárias, mantendo dentro do possível uma uniformidade do nível de iluminação, preferencialmente superior a 0,5 (valor mínimo/valor máximo). Na tabela seguinte (Tabela 2.10) estão indicados os valores máximos e recomendados para a potência luminosa instalada por unidade de área (W/m²) em função das iluminâncias requeridas.

Tabela 2. 10 Valores máximos e recomendados para a potência luminosa instalada por unidade de área (W/m²) em função das iluminâncias requeridas (MP:IT,2009)

Iluminâncias (Lux)	Potência Luminosa Instalada por unidade de área (W/m ²)	
	Máxima	Recomendada
50	3.2	2.5
100	4.5	3.5
300	10.0	7.5
500	15.0	11.0
750	20.0	16.0
1000	25.0	21.0

2.7. CONCEPÇÃO DAS INSTALAÇÕES

O edifício em estudo é do tipo “*Estabelecimento Tipo Recebendo Público – Edifício Escolar*”, de 1ª categoria (com lotação superior a 1000 pessoas – 1561 pessoas, conforme cálculos no ponto 4.8.2). Cujos, utentes têm idades entre os 10 e os 18 anos.

As instalações de utilização que constituem este projeto compreendem:

- Iluminação normal;
- Iluminação de segurança;
- Iluminação exterior;
- Tomadas de Usos Gerais / Alimentação a máquinas/Rede UPS;
- Quadros eléctricos;
- Rede de alimentadores;
- Terras de protecção.

Os circuitos de iluminação e tomadas são do tipo H1XV-U enfiados em tubo VD/ERFE, em instalação embebida ou do tipo H1XV-U em tectos falsos ou à vista sobre braçadeiras, sendo a secção de 1.5mm² para a iluminação e 2.5mm² para as tomadas, como já referido. No entanto, na área da cozinha os circuitos de iluminação e tomadas são do tipo H1XG-U, dado o risco agravado de incêndio, sendo portanto obrigatório a utilização de canalizações livres de halogéneos. Todos os circuitos projectados encontram-se bastante divididos e asseguram a continuidade de serviço, nomeadamente, nos corredores foram previstos dois circuitos, em dois diferenciais distintos, bem como os circuitos de tomadas referentes aos locais de não público em diferenciais separados das zonas de acesso a público.

2.7.1. ILUMINAÇÃO NORMAL

O tipo de iluminação e as respectivas armaduras foram escolhidos de modo a obter-se um nível de iluminação adequado aos locais em estudo, de acordo com os cálculos luminotécnicos. Toda a aparelhagem de manobra será colocada nos locais indicados nas peças desenhadas (ANEXO I - peças desenhadas 1 e 2) a uma altura de 1.1 metros acima da cota do pavimento. Todos os circuitos têm protecção sensível às correntes diferenciais por intermédio de interruptores diferenciais, com sensibilidades regulamentares e selectivas de acordo com peças desenhadas em anexo. Nos locais de acesso a público a iluminação será comandada por dispositivos instalados no interior dos quadros, somente acessíveis a pessoal de serviço.

Os níveis de iluminância foram calculados recorrendo ao software dialux cujos resultados são demonstrados em seguida. Dialux (2011)

2.7.1.1. SALAS DE AULA

Tendo em conta o nível exigido para as salas de aula, definido no ponto 2.6 (500 lux), foi projectado um total de oito luminárias para iluminação da sala de aula (figura seguinte), seis luminárias equipadas com duas lâmpada TL5 -49W, para iluminação da sala de aula e duas luminárias equipadas com uma lâmpada TL5 – 49W, para iluminação do quadro.

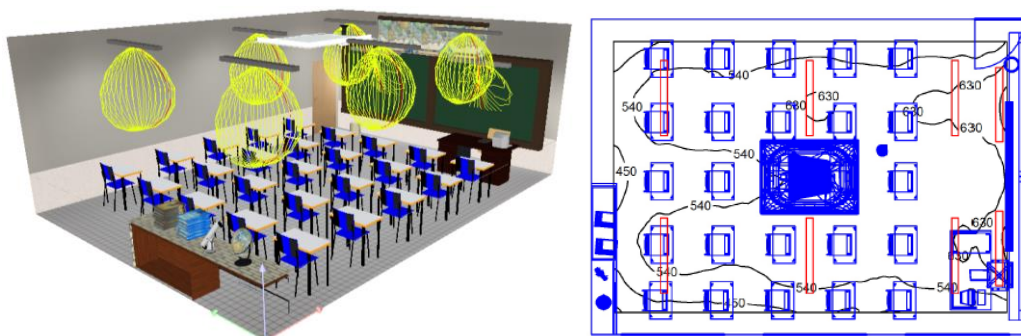


Figura 2. 5 Simulação da iluminação das salas de aula

A potência específica obtida foi de 13,46W/m² e uma uniformidade de $E_{min}/E_{máx}$ de 0.462, que de acordo com a tabela 2.10, estão dentro do recomendado.

2.7.1.2. LABORATÓRIO

Tendo em conta o nível exigido para os laboratórios, definido no ponto 2.6 (500lux), foi projectado um total de dez luminárias (figura seguinte), oito luminárias equipadas com duas lâmpadas TL5 -49W, para iluminação do laboratório e duas luminárias equipadas com uma lâmpada TL5 – 49W para iluminação do quadro.



Figura 2. 6 Simulação da iluminação Laboratórios

A potência específica obtida foi de $8,52\text{W/m}^2$ e uma uniformidade de $E_{\text{min}}/E_{\text{m}}$ de 0.639 e de $E_{\text{min}}/E_{\text{máx}}$ de 0.323, com uma iluminância média no plano de trabalho de 531 lux, que de acordo com a tabela 2.10, a potência específica deveria estar abaixo dos 15 w/m^2 , sendo o nível recomendado de 11 w/m^2 , no entanto dado que, a uniformidade foi conseguida optou-se pela não colocação de mais luminárias.

2.7.1.3. AUDITÓRIO

Tendo em conta o nível exigido para o Auditório, definido no ponto 2.6 (500 lux), foi projectado um total de 27 luminárias (figura seguinte), vinte e cinco luminárias equipadas com lâmpada TL5C – 60W para iluminação do auditório e duas luminárias equipadas com uma lâmpada TL5 – 49W para iluminação do quadro.



Figura 2. 7 Simulação da iluminação do auditório

A potência específica obtida foi de $12,62\text{W/m}^2$ e uma uniformidade de $E_{\text{min}}/E_{\text{máx}}$ de 0.494, que de acordo com a tabela 2.10, estão dentro do recomendado.

2.7.2. ILUMINAÇÃO DE SEGURANÇA

A iluminação de segurança (ANEXO I, peças desenhadas 3 e 4) é constituída por armaduras autónomas, alimentados pelos respectivos quadros eléctricos responsáveis pela iluminação

normal. Nas áreas de circulação de pessoas e saídas principais do edifício, os letreiros de saída são do tipo permanente. Todos os blocos autónomos são comandados por telecomando, por forma, a que sempre que se pretender desligar toda a instalação (por exemplo num período de férias) estes não descarreguem as baterias desnecessariamente, havendo um consumo acrescido para carregar novamente todos os blocos a quando o retorno do funcionamento das instalações.

2.7.3. ILUMINAÇÃO EXTERIOR

A iluminação exterior (ANEXO I, peça desenhada 5), foi projectada de modo a assegurar os níveis de iluminação para a segurança de bens e pessoas. É de referir a necessidade de calcular a protecção para curto-circuitos nas extremidades das canalizações, sendo o cálculo efectuado com base na expressão seguinte.

$$L.\max = \frac{U \times S}{\rho \times (1 + m) \times Ifu(\text{disparo})} \quad (2.25)$$

Em que:

$$U = 0,8 \times 230V \quad (2.26)$$

S – Secção do condutor em mm^2 ;

ρ - Resistividade (cobre – $0.0225 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$; Alumínio – $0.036 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$)

m – Secção fase/ secção neutro.

Ifu – Corrente de funcionamento do disjuntor Curva B (3 a 5 In)

Substituindo pelos respectivos valores:

$$L.\max = \frac{0.8 \times 230 \times 4}{0.0225 \times 2 \times 50} = 327,11m \quad (2.27)$$

Tendo em atenção o comprimento dos vários circuitos:

- circ. 44: 50m.
- circ. 45: 210m,
- circ. 46: 240m,
- circ. 47: 100m,
- circ. 48: 210m;

Pode-se concluir (atendendo ao Lmax de 327,11m) que os vários circuitos estarão protegidos contra curto-circuitos através de disjuntores de 10 A – Curva B, corrente de disparo 3 a 5 In.

Em termos dos cálculos luminotécnicos (ANEXO I – peças escritas 3 a 6), foram efetuados com o DIALUX, sendo os resultados da simulação demonstrados nas figuras seguintes.



Figura 2. 8 Simulação Dialux do cenário exterior



Figura 2. 9 Simulação em Dialux do cenário Exterior- parte do recreio

2.7.4. TOMADAS DE USOS GERAIS/ALIMENTAÇÃO A MÁQUINAS/ REDE UPS

As tomadas de usos gerais (ANEXO I, peças desenhadas 6, 7, 8 e 9) serão do tipo “Schuko”, 2P+T, 230V-50Hz, com obturadores, com uma corrente estipulada não superior a 16 A.

Nos locais de acesso ao público os circuitos de alimentação das tomadas de usos gerais serão distintos dos destinados a outros fins (limpeza) e conservados desligados quando desnecessários.

Além do mais, foi projectada uma rede de tomadas de energia estabilizada (Anexo I, peças desenhadas 10 e 11), alimentadas a partir do quadro de UPS, que em caso de falha de energia alimentará não só as centrais de segurança contra incêndios e contra intrusão, bem como uma rede de tomadas estrategicamente colocadas nos sítios cuja falta de energia possa ser mais sensível, nomeadamente a sala de informática e as salas de serviços.

2.7.5. QUADROS ELÉCTRICOS

Os quadros eléctricos (ANEXO I, Peças desenhadas 15 a 26) serão em PVC REFORÇADO, classe II, para montagem “INTERIOR” ou “SEMI-ENCASTRADA” em todos os locais. No interior dos quadros deverá ficar colocado o respectivo esquema eléctrico, devidamente acondicionado e em lugar acessível apenas ao pessoal da manutenção. Os barramentos serão constituídos por barras de cobre com constituição de acordo com o nº de fases, neutro e terra, pintados nas cores regulamentares, dimensionadas na base de aplicação de uma densidade de corrente de 2 A/mm^2 .

2.7.6. REDE DE ALIMENTADORES

A rede de alimentadores (ANEXO I, peças desenhadas 12 a 14), representa a localização dos quadros eléctricos, bem como, os cabos de alimentação. São representados os cortes à distância, ou seja, as botoneiras MN, localizadas nas entradas principais do edifício. Conforme o descrito no ponto 2.1, a codificação de cada local e o Índice de Protecção IPX, estão representados nas peças desenhadas anexas, consoante a utilização de cada local.

2.7.7. DIMENSIONAMENTO

2.7.7.1. POTÊNCIAS/PROTECÇÕES

Atendendo ao exposto na secção 2.4, e de acordo com esquema de alimentadores diagrama de quadros (ANEXO I- peça desenhada 14) (Figura 2.10), será necessário dimensionar os quadros eléctricos da instalação.

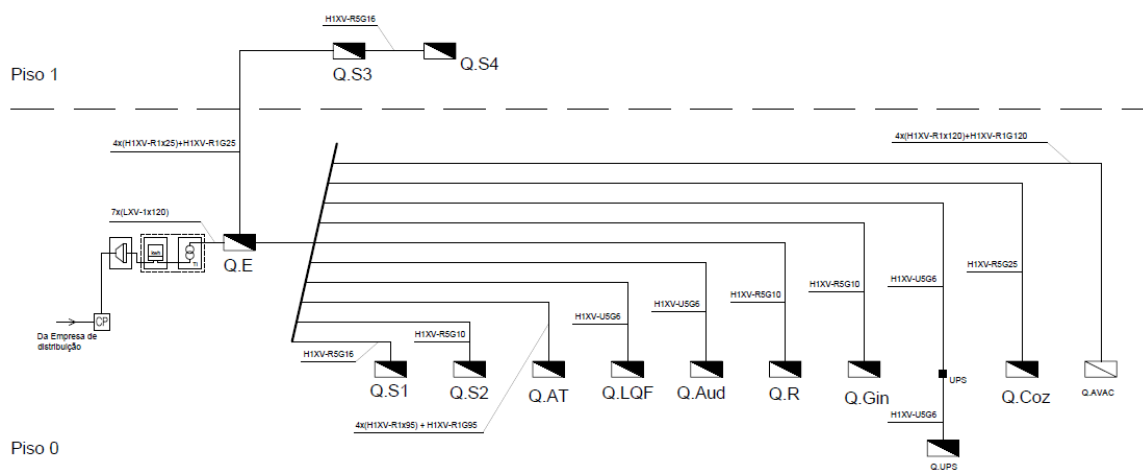


Figura 2. 10 Diagrama de Quadros

O princípio de cálculo utilizado para o efeito foi começar pelos quadros parciais até chegar ao quadro de entrada, os cálculos da canalização e respectivas protecções estão descritos nos quadros seguintes:

Tabela 2. 11 Dimensionamento da canalização de alimentação ao Quadro parcial das Salas 4

QUADRO SALAS 4 (Q. S4)		
Potências	Iluminação Tomadas/Alimentação a Máquinas Reserva	10,00 kVA 20,00 kVA 5,00 kVA
		TOTAL: 35,00 kVA (50.52 A)
Canalização	Cabo	H1XV-R5G16 – VD40
	Mét. Ref. E, I _z	100 x 1,04* x 0,73**= 75,92 A
	1,45xI _z	110.1 A
	I _n	63 A
	I ₂	91 A
	$I_B \leq I_n \leq I_z$ e $I_2 \leq 1.45 \times I_z$	OK

(**) – Factor de correcção para agrupamento de diversos circuitos de cabos multicondutores, instalados ao ar, lado a lado, em camadas simples, para o método de referência E (caso mais desfavorável).

(*) – Factor Correção associado à temperatura ambiente (25⁰).

Tabela 2. 12 Dimensionamento da canalização de alimentação ao Quadro parcial das Salas 3

QUADRO SALAS 3 (Q. S3)		
Potências	Q.S4 Iluminação Tomadas/Alimentação a Máquinas Reserva	35,00 kVA 7,00 kVA 20,00 kVA 3,00 kVA
		TOTAL: 65,00 kVA (I_b=93,82 A)
Canalização	Cabo	4x(H1XV-R1x25)+H1XV-R1G25 – 2xVD50
	Mét. Ref. E, I _z	141 x 1,04* x 0,87**= 127.58 A
	1,45xI _z	184,99 A
	I _n	100 A
	I ₂	145 A
	$I_B \leq I_n \leq I_z$ e $I_2 \leq 1.45 \times I_z$	OK

(**) – Factor de correcção para agrupamento de diversos circuitos de cabos monocondutores, instalados ao ar, lado a lado, em camada simples, para o método de referência F (caso mais desfavorável)

(*) – Factor Correção associado à temperatura ambiente (25⁰).

Tabela 2. 13 Dimensionamento da canalização de alimentação ao Quadro parcial das Salas 2

QUADRO SALAS 2 (Q.SALAS 2)		
Potências	Iluminação Tomadas/Alimentação a Máquinas Reserva	8,00 kVA 15,00 kVA 2,00 kVA
		TOTAL: 25,00 kVA (I_b=36.1 A)
Canalização	Cabo	H1XV-R5G10 – VD40
	Mét. Ref. E, I _z	75 x 1.04* x 0,73** = 56,94 A
	1,45xI _z	82,56 A
	I _n	40 A
	I ₂	58 A
	$I_B \leq I_n \leq I_z$ e $I_2 \leq 1.45 \times I_z$	OK

(**) – Factor de correcção para agrupamento de diversos circuitos de cabos multicondutores, instalados ao ar, lado a lado, em camadas simples, para o método de referência E (caso mais desfavorável).

(*) – Factor Correcção associado à temperatura ambiente (25⁰).

Tabela 2. 14 Dimensionamento da canalização de alimentação ao Quadro parcial das Salas 1

QUADRO SALAS 1 (Q.SALAS 1)		
Potências	Iluminação Tomadas/Alimentação a Máquinas Reserva	10,00 kVA 25,00 kVA 5,00 kVA
		TOTAL: 40,00 kVA (I_b=57,74 A)
Canalização	Cabo	H1XV-R5G16 – VD40
	Mét. Ref. E, I _z	100 x 1.04* x 0,73** = 75,92 A
	1,45xI _z	110.08 A
	I _n	63 A
	I ₂	91 A
	$I_B \leq I_n \leq I_z$ e $I_2 \leq 1.45 \times I_z$	OK

(**) – Factor de correcção para agrupamento de diversos circuitos de cabos multicondutores, instalados ao ar, lado a lado, em camadas simples, para o método de referência E (caso mais desfavorável).

(*) – Factor Correcção associado à temperatura ambiente (25⁰).

Tabela 2. 15 Dimensionamento da canalização de alimentação ao Quadro parcial do Ginásio

QUADRO GINÁSIO (Q.GIN)		
Potências	Iluminação Tomadas /Alimentação a Máquinas Reserva	5,00 kVA 5,00 kVA 3,00 kVA
		TOTAL : 13,00 kVA (I_b=18.76 A)
Canalização	Cabo	H1XV-R5G10 – VD40
	Mét. Ref. D, I _z	87 x 0,80* = 56,94 A
	1,45xI _z	82,56 A
	I _n	25 A
	I ₂	36 A
	I _B ≤ I _n ≤ I _z e I ₂ ≤ 1.45×I _z	OK

(**) – Factor de correcção para agrupamento de diversos circuitos de cabos multicondutores, instalados ao ar, lado a lado, em camadas simples, para o método de referência E (caso mais desfavorável).

(*) – Factor Correção associado à temperatura ambiente (25⁰).

Tabela 2. 16 Dimensionamento da canalização de alimentação ao Quadro parcial da Cozinha

QUADRO COZINHA (Q.COZ)		
Potências	Iluminação Tomadas/Alimentação a Máquinas Reserva	2,00 kVA 32,00 kVA 4,00 kVA
		TOTAL: 38,00 kVA (54,85 A)
Canalização	Cabo	H1XV-R5G25 – VD50
	Mét. Ref. E, I _z	127 x 1.04* x 0,73**= 96,42 A
	1,45xI _z	139.81 A
	I _n	63 A
	I ₂	91 A
	I _B ≤ I _n ≤ I _z e I ₂ ≤ 1.45×I _z	OK

(**) – Factor de correcção para agrupamento de diversos circuitos de cabos multicondutores, instalados ao ar, lado a lado, em camadas simples, para o método de referência E (caso mais desfavorável).

(*) – Factor Correção associado à temperatura ambiente (25⁰).

Tabela 2. 17 Dimensionamento da canalização de alimentação ao Quadro parcial da Recepção

QUADRO RECEPÇÃO (Q.REC)		
Potências	Iluminação Tomadas/Alimentação a Máquinas Reserva	10,00 KVA 10,00 kVA 5,00 kVA
		TOTAL: 25,00 kVA (I_b=36,08 A)
Canalização	Cabo	H1XV-R5G10 – VD40
	Mét. Ref. E, I _Z	75 x 1.04* x 0,73**= 56,94 A
	1,45xI _Z	82,56 A
	I _n	40 A
	I ₂	58 A
	$I_B \leq I_n \leq I_Z$ e $I_2 \leq 1.45 \times I_Z$	OK

(**) – Factor de correcção para agrupamento de diversos circuitos de cabos multicondutores, instalados ao ar, lado a lado, em camadas simples, para o método de referência E (caso mais desfavorável).

(*) – Factor Correcção associado à temperatura ambiente (25⁰).

Tabela 2. 18 Dimensionamento da canalização de alimentação ao Quadro parcial do Auditório

QUADRO AUDITÓRIO (Q.AUD)		
Potências	Iluminação Tomadas/Alimentação a Máquinas Reserva	3,00 kVA 7,00 kVA 2,00 kVA
		TOTAL: 12,00 kVA (I_b=17,32 A)
Canalização	Cabo	H1XV-U5G6 – VD32
	Mét. Ref. E, I _Z	54 x 1.04* x 0,73**= 41,00 A
	1,45xI _Z	59,45 A
	I _n	25 A
	I ₂	36 A
	$I_B \leq I_n \leq I_Z$ e $I_2 \leq 1.45 \times I_Z$	OK

(**) – Factor de correcção para agrupamento de diversos circuitos de cabos multicondutores, instalados ao ar, lado a lado, em camadas simples, para o método de referência E (caso mais desfavorável).

(*) – Factor Correcção associado à temperatura ambiente (25⁰).

Tabela 2. 19 Dimensionamento da canalização de alimentação ao Quadro parcial do Laboratório de Química e Física

QUADRO LABORATÓRIO QUIMICA E FISICA (Q. LQF.)		
Potências	Iluminação	3,00 Kva
	Tomadas/Alimentação a Máquinas	4,00 Kva
	Reserva	3,00 kVA
		TOTAL : 10,00 kVA (I_b=14,43 A)
Canalização	Cabo	H1XV-U5G6 – VD32
	Mét. Ref. E, I _Z	54 x 1.04* x 0,73**= 41,00 A
	1,45xI _Z	59,45 A
	I _n	25 A
	I ₂	36 A
	I _B ≤ I _n ≤ I _Z e I ₂ ≤ 1.45×I _Z	OK

(**) – Factor de correcção para agrupamento de diversos circuitos de cabos multicondutores, instalados ao ar, lado a lado, em camadas simples, para o método de referência E (caso mais desfavorável).

(*) – Factor Correção associado à temperatura ambiente (25⁰).

Tabela 2. 20 Dimensionamento da canalização de alimentação ao Quadro parcial da Área Técnica

QUADRO ÁREA TÉCNICA (Q. AT.)		
Potências	Iluminação	1,00 kVA
	Tomadas/Alimentação a Máquinas	100,00 kVA
	Reserva	4,00 kVA
		TOTAL : 105,00 kVA (I_b=151,55 A)
Canalização	Cabo	5x(H1XV-R1x95) – 2xVD75
	Mét. Ref. F, I _Z	342 x 1.04* x 0,73**= 259,65 A
	1,45xI _Z	376.49 A
	I _n	160 A (Fusível)
	I ₂	256 A
	I _B ≤ I _n ≤ I _Z e I ₂ ≤ 1.45×I _Z	OK

(**) – Factor de correcção para agrupamento de diversos circuitos de cabos monocondutores, instalados ao ar, lado a lado, em camada simples, para o método de referência F (caso mais desfavorável)

(*) – Factor Correcção associado à temperatura ambiente (25^0).

Tabela 2. 21 Dimensionamento da canalização de alimentação ao Quadro de AVAC

QUADRO ÁVAC (Q. AVAC.)		
Potências		TOTAL : 200,00kVA (I_b=288,7 A)
Canalização	Cabo	4x(H1XV-R1x120)+H1XV-R1G120 – 2xVD90
	Mét. Ref. F, I _z	400 x 1,04* x 0,87**= 361,92 A
	1,45xI _z	524,78 A
	I _n	315 A (Fusível)
	I ₂	504 A
	I _B ≤ I _n ≤ I _z e I ₂ ≤ 1.45×I _z	OK

(**) – Factor de correcção para agrupamento de diversos circuitos de cabos monocondutores, instalados ao ar, lado a lado, em camada simples, para o método de referência F (caso mais desfavorável)

(*) – Factor Correcção associado à temperatura ambiente (25^0).

Tabela 2. 22 Dimensionamento da canalização de alimentação à UPS

UPS		
Potências	Tomadas/Alimentação a Máquinas	20,00 kVA
		TOTAL : 20,00 kVA (I_b=28.87A)
Canalização	Cabo	H1XV-U5G6 – VD32
	Mét. Ref. E, I _z	54 x 1.04* x 0,73**= 41,00 A
	1,45xI _z	59,45 A
	I _n	25 A
	I ₂	36 A
	I _B ≤ I _n ≤ I _z e I ₂ ≤ 1.45×I _z	OK

(**) – Factor de correcção para agrupamento de diversos circuitos de cabos multicondutores, instalados ao ar, lado a lado, em camadas simples, para o método de referência E (caso mais desfavorável).

(*) – Factor Correcção associado à temperatura ambiente (25^0).

Tabela 2. 23 Dimensionamento da canalização de alimentação ao Quadro de Entrada

QUADRO ENTRADA (Q.E.)		
Potências	QUADRO SALAS 1	40,00 kVA
	QUADRO SALAS 2	25,00 kVA
	QUADRO SALAS 3	65,00 kVA
	QUADRO GINÁSIO	13,00 kVA
	QUADRO COZINHA	38,00 kVA
	QUADRO RECEPÇÃO	25,00 kVA
	QUADRO AUDITÓRIO	12,00 kVA
	QUADRO LQF	10,00 kVA
	QUADRO ÁREA TÉCNICA	105,00 kVA
	QUADRO AVAC	200,00 kVA
	UPS	20,00 kVA
	Reserva	1,00 kVA
		TOTAL: 554x0,56* ≈ 310 kVA (I_B=447 A)
Canalização	Cabo	7x(LXV 1x150) – 3xVD110
	Mét. Ref. D, I _z	600 A x 0,80*** = 480 A
	1,45xI _z	696A
	I _n	A DEFINIR PELA EMPRESA DISTRIBUIÇÃO
	I ₂	A DEFINIR PELA EMPRESA DISTRIBUIÇÃO

(*) – Coeficiente Simultaneidade

(***) – Coeficiente para cabos enterrados

2.7.7.2. QUEDAS DE TENSÃO

As quedas de tensão foram calculadas com base na expressão (2.13), substituindo os valores vem que:

Q. S3 – Q. S4

$$\Delta U = \frac{50,52 \times 53 \times 0,0225}{16} = 3,77V \quad (2.28)$$

Q. E – Q. S3

$$\Delta U = \frac{93,82 \times 15 \times 0,0225}{25} = 1,27V \quad (2.29)$$

Q. E – Q. S2

$$\Delta U = \frac{36,1 \times 50 \times 0,0225}{10} = 4,06V \quad (2.30)$$

Q. E – Q.S1

$$\Delta U = \frac{57,74 \times 55 \times 0,0225}{16} = 4,47V \quad (2.31)$$

Q. E – Q. GIN

$$\Delta U = \frac{18,76 \times 125 \times 0,0225}{10} = 5,28V \quad (2.32)$$

Q. E – Q. COZ

$$\Delta U = \frac{54,85 \times 105 \times 0,0225}{25} = 5,18V \quad (2.33)$$

Q. E – Q. R

$$\Delta U = \frac{36,08 \times 6 \times 0,0225}{10} = 0,49V \quad (2.34)$$

Q. E – Q. AUD

$$\Delta U = \frac{17,32 \times 76 \times 0,0225}{6} = 4,94V \quad (2.35)$$

Q. E – Q. LQF

$$\Delta U = \frac{14,43 \times 92 \times 0,0225}{6} = 4,98V \quad (2.36)$$

Q. E – Q. AT

$$\Delta U = \frac{151,55 \times 127 \times 0,0225}{95} = 4,56V \quad (2.37)$$

Q. E – UPS

$$\Delta U = \frac{30 \times 25 \times 0,0225}{6} = 2,81V \quad (2.38)$$

Q. E – Q.AVAC

$$\Delta U = \frac{288,7 \times 22 \times 0,0225}{120} = 1,19V \quad (2.39)$$

PORTINHOLA – Q.E.

$$\Delta U = \frac{447 \times 20 \times 0,036}{300} = 1,07V \Rightarrow 0,47\% \leq 1,5\% \text{segundo regra } 803.2.4.4.2 \quad (2.40)$$

O caso mais desfavorável encontra-se no Troço:

$$\text{PORTINHOLA} - \text{Q.E.} - \text{Q.GIN} = 1,07 + 5,28 = 6,35\text{V} \text{ (2,76 \% de 230V)}, \quad (2.41)$$

Perfeitamente regulamentar para a instalação (3% para iluminação e 5% para equipamentos).

2.7.7.3. PROTECÇÃO CONTRA CURTO-CIRCUITOS

As protecções contra curto circuitos, tendo em conta o enunciado no ponto 2.4.4.1, encontram-se resumidas na tabela seguinte:

Tabela 2. 24 Cálculo das protecções contra as correntes de curto-circuito

Ligação			Regra do Poder de Corte												Regra do Tempo de Corte	
			ρ (mm ² /m)	l (m)	S (mm ²)	RJ (Ω)	ρ (mm ² /m)	l (m)	S (mm ²)	RM (Ω)	RT (Ω)	$0,8xU_0$ (V)	ICC (kA)	Pdc (kA)	K	t (seg.)
Port.	QE	QS3	0,036	20	300	0,0024	0,0225	15	25	0,0270	0,0294	320	10,9	15	143	0,108
Port.	QE	QS2	0,036	20	300	0,0024	0,0225	50	10	0,1125	0,1149	320	2,8	6	143	0,261
Port.	QE	QAT	0,036	20	300	0,0024	0,0225	127	95	0,0301	0,0325	320	9,8	100	143	1,922
Port.	QE	QLQF	0,036	20	300	0,0024	0,0225	92	6	0,3450	0,3474	320	0,9	6	143	0,909
Port.	QE	QAUD	0,036	20	300	0,0024	0,0225	76	6	0,2850	0,2874	320	1,1	6	143	0,608
Port.	QE	QGIN	0,036	20	300	0,0024	0,0225	125	10	0,2813	0,2837	320	1,1	6	143	1,690
Port.	QE	UPS	0,036	20	300	0,0024	0,0225	25	6	0,0938	0,0962	320	3,3	6	143	0,068
Port.	QE	QCOZ	0,036	20	300	0,0024	0,0225	105	25	0,0945	0,0969	320	3,3	6	143	1,174
Port.	QE	QR	0,036	20	300	0,0024	0,0225	6	10	0,0270	0,0294	320	10,9	15	143	0,017
Port.	QE	QAVAC	0,036	20	300	0,0024	0,0225	22	120	0,0083	0,0107	320	29,9	100	143	0,329
QE	QS3	TT(*)	0,0225	15	25	0,0135	0,0225	5	2,5	0,0450	0,0585	184	3,1	6	143	0,013
QS3	QS4	TT(*)	0,0225	53	16	0,0745	0,0225	5	2,5	0,0450	0,1195	184	1,5	6	143	0,057
QE	QR	TT(*)	0,0225	6	10	0,0135	0,0225	5	2,5	0,0450	0,0585	184	3,1	6	143	0,013

(*) Tomada mais próxima do quadro eléctrico (caso mais desfavorável)

Ao analisar a tabela 2.24, verifica-se que os quadros QAT e QAVAC, como estão protegidos por fusível com poder de corte de 100kA, a regra do poder de corte é cumprida. Relativamente aos disjuntores de protecção dos quadros QS3 e QR, instalados no Quadro de entrada, terão de ser da série 15kA, desta forma todos os outros disjuntores serão da série 6kA, por uma questão de uniformidade já que a diferença de preço entre a série 3kA e 6kA não é significativa. Assim verifica-se que, tanto a regra do poder de corte, como do tempo de corte são cumpridas.

2.7.7.4. DIÂMETRO DOS TUBOS

Atendendo ao ponto 2.4.6, e consultando as tabelas do fabricante (Tabela 2.25) com os diâmetros internos dos tubos:

Tabela 2. 25 Diâmetros interiores dos tubos VD (jsl-online,2013a)

Tubo	D_{interior} (mm)
VD20	16,9
VD25	21,4
VD32	27,8
VD40	35,4
VD50	44,3
VD63	56,5
VD75	67,7
VD90	81,9
VD110	101,1

Aplicando a formula (2.13) vem que:

Tabela 2. 26 Dimensionamento dos tubos em função dos cabos utilizados

Cabo	Diâmetro Exterior (mm)	D_{mínimo}	Tubo
H1XG-U3G2,5	9,92	15,872	VD20
H1XG-U5G2,5	11,93	19,088	VD25
H1XG-U5G4	14,87	23,792	VD32
H1XV-U2x1,5	8,87	14,192	VD20
H1XV-U3G1,5	9,03	14,448	VD20
H1XV-U4G1,5	9,92	15,872	VD20
H1XV-U3G2,5	9,88	15,808	VD20
H1XV-U4G2,5	10,85	17,36	VD25
H1XV-U5G2,5	11,8	18,88	VD25
H1XV-U5G6	15,03	24,048	VD32
H1XV-R5G10	17,21	27,536	VD40
H1XV-R5G16	20,66	33,056	VD40
4x(H1XV-R1x25)+H1XV-R1G25	51,75	82,8	2xVD50
H1XV-R5G25	24,74	39,584	VD50
5x(H1XV-R1x95)	81,5	130,4	2xVD75
4x(H1XV-R1x120)+H1XV-R1G120	90,75	145,2	2xVD90
7x(LXV-R1x150)	142,8	228,48	3xVD110

2.7.7.5. SECÇÃO DOS CAMINHOS DE CABOS

Atendendo ao descrito no ponto 2.4.7, para um factor de ampliação de 1.7 e uma altura lateral de 25mm, os cálculos do dimensionamento dos caminhos de cabos estão descritos na tabela seguinte:

Tabela 2. 27 Dimensionamento dos caminhos de cabos utilizados

Caminho de Cabos	Nº de Cabos	Cabo	Diâmetro exterior (mm)	Raio (mm)	Peso (Kg/m)	S (mm ²)	Stotal (mm ²)	L (mm)	P (Kg/m)	Pt (Kg/m)
1	1	H1XV-R1G70	14,45	7,225	0,72	163,993	3421,764	136,871	0,72	13,277
	2	H1XV-U5G6	15,03	7,515	0,465	354,844			0,93	
	5	H1XV-R1x95	16,3	8,15	0,975	1043,36			4,875	
	2	XV-U2x1,5	8,57	4,285	0,115	115,367			0,23	
	1	H1XV-R5G16	20,66	10,33	1	335,236			1,055	
2	1	H1XV-U5G6	15,03	7,515	0,465	177,422	4403,125	176,125	0,465	16,796
	5	H1XV-R1x120	18,15	9,075	1,215	1293,64			6,075	
	3	XV-U2x1,5	8,57	4,285	0,115	173,05			0,345	
	2	H1XV-R5G10	17,21	8,605	0,69	465,245			1,38	
	1	H1XV-R5G25	24,74	12,37	1,615	480,717			1,615	
3	1	H1XV-R5G16	20,66	10,33	1,055	335,236	569,901	22,79604	1,055	1,794

Ou seja, os caminhos de cabos escolhidos:

1. 150/25 mm e terá de aguentar 14Kg por metro;
2. 200/25 mm e terá de aguentar 17Kg por metro;
3. 50/25 mm e terá de aguentar 2 kg por metro;

2.8. CONCLUSÃO

Atendendo ao enunciado conclui-se que, as infra-estruturas projectadas para o edifício do tipo escolar recebendo público, cumprem a legislação em vigor para este tipo de instalações. Os níveis de luminância foram assegurados, nos locais de público foram previstos vários circuitos de iluminação em diferenciais separados, foram previstos circuitos de iluminação de segurança compostos por blocos autónomos, alimentados a partir dos circuitos de iluminação normal, garantindo a iluminação necessária para a evacuação dos utilizadores. A rede de tomadas de acesso ao público encontra-se separada da de não público. Foi projectada uma rede de tomadas de energia estabilizada que em caso de falha de energia garante a continuidade dos serviços. Desta forma é garantida a funcionalidade dos espaços, bem como, o conforto dos seus ocupantes. O dimensionamento da canalização garantiu o cumprimento dos valores legislados, nomeadamente das quedas de tensão e protecção contra sobreintensidades, assegurando correcto funcionamento e segurança das instalações.

3. PROJETO ITED

O objetivo fundamental do projeto de Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios (ITED), é distribuir os sinais de telecomunicações desde a entrada do edifício até ao ponto mais longínquo, garantindo um bom índice de qualidade dos sinais nesse ponto, tendo sempre em conta a hipótese de no futuro vir a ser necessário a adaptação das instalações a novas tecnologias.

O ITED é o regime aplicável ao projeto das infraestruturas de telecomunicações em edifícios e respectivas ligações às redes públicas de telecomunicações.

O Manual ITED (2ª Edição) tem por base os seguintes pressupostos:

- Novas Normas Europeias e actualização das existentes;
- Preparação dos edifícios para a introdução das Redes de Nova Geração – RNG;
- Ampla disponibilização de redes de fibra óptica, com introdução de novos serviços;
- Revisão de conceitos e procedimentos, baseada na aplicação prática da 1ª edição do Manual de ITED;
- Modernização crescente das infra-estruturas de telecomunicações em edifícios. (Manual ITED,2009)

3.1. TUBAGENS

A elaboração do projeto da rede de tubagens do edifício deve ter por base o projeto da respetiva rede de cabos. A rede de tubagens do edifício deve ficar, preferencialmente, embebida nas paredes. Podem no entanto utilizar-se calhas técnicas ou, em casos específicos, a tubagem ficar a vista. O percurso da tubagem deve ser tanto quanto possível rectilíneo, colocado na horizontal ou na vertical. O comprimento máximo dos tubos entre duas caixas deve ser de 12 metros, quando o percurso for rectilíneo e horizontal. Entre cada dois troços de tubo consecutivos deve intercalar-se uma caixa de passagem, salvo se conseguir garantir a correcta instalação e passagem da cablagem, por sobredimensionamento da tubagem. Admite-se, para cada troço de tubo, a execução de um máximo de duas curvas. Cada curva diminuirá o comprimento máximo do troço em 2 metros. (Manual ITED,2009)

As tubagens devem ser instaladas, de forma que assegurem as seguintes distâncias mínimas em relação a canalizações metálicas, nomeadamente de gás e água:

- Pontos de cruzamento: 50 mm
- Percursos paralelos: 200 mm

Em relação à separação entre cabos de energia eléctrica e cabos de telecomunicações, deverá ter-se em atenção o estipulado no ponto 4.2.1, tabela 38, do Manual ITED 2ª edição (tabela seguinte).

Tabela 3. 1 Separação entre cabos de energia e telecomunicações (Manual ITED,2009)

Cabos de TIC	Cabos de Energia	Separação Mínima entre cabos (mm)		
		Sem separação, ou separação não metálica	Com separador de alumínio	Com separador metálico
Não blindado	Não blindado	200	100	50
Blindado	Não blindado	50	20	5
Não blindado	Blindado	30	10	2
Blindado	Blindado	0	0	0

No cálculo das tubagens, consideram-se sempre as medidas úteis, ou seja, diâmetros internos no cálculo dos tubos e secções internas no caso das calhas. (Manual ITED,2009)

3.1.1. DIMENSIONAMENTO DOS TUBOS

O dimensionamento do diâmetro interno dos tubos é calculado, conhecendo o número de cabos e o diâmetro de cada um deles, a fórmula utilizada é a seguinte: (Manual ITED,2009)

$$D_{TUBO} \geq 1,8 \times \sqrt{d_1^2 + d_2^2 + \dots + d_n^2} \quad (3.1)$$

Em que:

D_{TUBO} – diâmetro mínimo do tubo que se pretende calcular, em milímetros (mm);

d_1, d_2, d_n – diâmetro de cada um dos cabos que se pretende utilizar, em milímetros (mm);

n – número de cabos a utilizar.

Para o caso particular do cálculo do diâmetro externo dos tubos das redes, o sobredimensionamento da tubagem assume um papel importante, sendo a fórmula utilizada a seguinte:

$$d_i = \frac{d_n}{1,33} \Leftrightarrow d_n = 1,33 \times d_i \quad (3.2)$$

Em que:

d_i : diâmetro interno mínimo admissível (útil)

d_n : diâmetro externo (comercial)

Os diâmetros externos dos tubos VD (d_n) e os diâmetros internos (diâmetro útil) estão representados na tabela seguinte:

Tabela 3. 2 Diâmetro dos tubos VD (jsl-online,2013b)

Tubos VD	
dn	d_útil(mm)
20	17
25	22
32	28,4
40	35
50	44,4
63	56,4
75	68
90	83
110	104

3.1.2. DIMENSIONAMENTO DE CALHAS

No dimensionamento das calhas, segundo o Manual ITED 2ª edição a fórmula indicada é a seguinte: (Manual ITED,2009)

$$S_u \geq 2 \times \sqrt{s_1^2 + s_2^2 + \dots + s_n^2} \quad (3.3)$$

Em que:

S_u : secção da calha ou compartimento;

s_1, s_2, s_n : Secção do cabo

No entanto, para dimensionamento dos caminhos de cabos, o Manual ITED 2ª edição não indica qualquer método de cálculo, remetendo essa informação para os respectivos fabricantes de sistemas de caminhos de cabos.

No sentido de facilitar a instalação dos cabos, permitir um coeficiente de segurança e dispor de um espaço de reserva, a maioria dos fabricantes, para o dimensionamento de compartimentos de calhas e caminhos de cabos, utilizam a fórmula seguinte: (Unex,2013)

$$S_u \geq 2 \times \sum s_n \quad (3.4)$$

Ou seja.

$$\frac{S_u}{2} \geq \sum s_n \quad (3.5)$$

Deve-se ainda ter em conta, na selecção da calha e dos seus compartimentos, que a dimensão de cada espaço seja 1,2 vezes o diâmetro do maior cabo a instalar nesse mesmo espaço. (jsl-online,2013b)

As dimensões das calhas existentes no mercado são as seguintes:

Tabela 3. 3 Secção de calhas (jsl-online,2013b)

Tipo de Calha	SC (mm ²)	SC/2 (mm ²)	SC/2,2 (mm ²)	Menor dimensão interior/1,2 (mm)
16x10	132	66	60	7,1
20x10	162	81	74	7,5
15x17	224	112	102	11,7
25x17	330	165	150	12,5
20x20	324	162	147	15
25x25	539	270	245	18,3
40x40	1404	702	638	30
60x40	2109	1055	959	30,8
80x40	2888	1444	1313	31,7
100x40	4268	2134	1940	36,7

Os valores dos diâmetros utilizados para os cabos das diferentes tecnologias são:

Diâmetro do cabo Pares de Cobre: 6.2 mm

Diâmetro do cabo Coaxial: 6.9 mm

Diâmetro do cabo Fibra Óptica: 4.2 mm (jsl-online,2013b)

3.2. REDE DE TUBAGENS

No caso de um edifício escolar, considera-se que a Rede de Tubagens é limitada, a montante, pela Câmara de Visita Multi-operador (CVM), inclusive. No ponto 12.3 do manual ITED 2ª, na tabela 59 (tabela seguinte), estão definidos as prescrições mínimas da rede de Tubagens para edifícios escolares:

Tabela 3. 4 Rede de Tubagens em Edifícios Escolares (Manual ITED,2009)

Edifícios Escolares: Rede de Tubagens – Prescrições Mínimas			
	Pares de Cobre	Cabos Coaxiais	Fibra Óptica
	1 Tubo de Ø40mm, ou equivalente	1 Tubo de Ø40mm, ou equivalente	1 Tubo de Ø40mm, ou equivalente
Ligações entre PD	<ul style="list-style-type: none"> • 1 PD (bastidor) em cada piso comum às tecnologias; • Caso a área seja superior a 1000m², devem ser instalados PD adicionais (dimensões mínimas a definir pelo projectista). • Em cada ponto de distribuição deve existir energia eléctrica; • PAT: 2 tubos Ø40mm, ou equivalente. 		
Ligações a partir dos PD	<ul style="list-style-type: none"> • A tubagem é partilhada por todos os tipos de cabos; • Utiliza-se tubo de Ø20mm, ou equivalente; • Deve considerar-se uma distância máxima de 90 m entre o último PD e as TT (cablagem horizontal). 		

3.3. REDE DE CABOS

No caso de um edifício escolar, as prescrições mínimas e recomendações da Rede de cabos está definida no ponto 12.3 do manual ITED 2ª, na tabela 58 (tabela seguinte): (Manual ITED,2009)

Tabela 3. 5 Redes de cabos em edifícios escolares (Manual ITED,2009)

Edifícios Escolares: Rede de Cabos – Prescrições Mínimas			
	Pares de Cobre	Cabos Coaxiais CATV	Fibra Óptica
Ligações entre PD	Categoria 6 UTP 4 Pares – 1 cabo por PD Garantia da Classe E	TCD-C-H CATV – 1 cabo por PD	OS1 1 Cabo de 4 fibras por PD OF-300
Ligações a partir dos PD	Categoria 6 UTP 4 Pares – 1 cabo por TT Garantia da Classe E	TCD-C-H CATV – 1 cabo por TT	A definir pelo Projectista

3.3.1. REDE DE CABOS COAXIAIS

A rede CATV segue obrigatoriamente uma distribuição em estrela, a rede MATV/SMATV segue a distribuição que melhor se ajustar ao edifício, sendo que, a configuração recomendada seja a distribuição em estrela. (Manual ITED,2009)

Os pendentes (*Tilt*) devem cumprir, de acordo com as bandas respetivas, os seguintes limites:

- Entre os 5 e os 862MHz não se admite um valor de pendente superior a 15dB. Entende-se por pendente (*Tilt*) a diferença, em dB, entre o valor da atenuação aos 5MHz e o valor da atenuação aos 862MHz, para uma mesma tomada;
- Aos 862MHz não se admite uma diferença de atenuação superior a 12dB entre os valores das tomadas mais e menos favorecidas. Caso a CR possua equipamento com Controlo Automático de Ganho capaz de compensar oscilações (positivas ou negativas) dos sinais recebidos via terrestre ou satélite, admite-se uma diferença de atenuação igual ou inferior a 15 dB;
- Entre os 950 e os 2150MHz não se admite um valor de pendente superior a 20dB. Entende-se por pendente (*Tilt*) a diferença, em dB, entre o valor da atenuação aos 950MHz e o valor da atenuação aos 2150MHz, para uma mesma tomada.
- Aos 2150MHz não se admite uma diferença de atenuação superior a 20dB entre os valores das tomadas mais e menos favorecidas. (Manual ITED,2009)

A atenuação nas tomadas foi calculada com base na expressão seguinte:

Atenuação acumulada em tomada = (atenuação do cabo coaxial utilizado x comprimento do cabo) + Perdas de inserção + Perdas de derivação (derivador) + Características das Tomadas de Telecomunicações

Para o cálculo da pendente deverá ter-se em conta a atenuação da rede entre o RG-CC/SMATV e as saídas das tomadas menos favorecidas (com menor sinal, normalmente associado a uma maior distancia ao RC-CC).

Tilt MATV = (Atenuação acumulada em tomada 862 MHz) – (Atenuação acumulada em tomada 5 MHz)

Tilt SMATV = (Atenuação acumulada em tomada 2150 MHz) – (Atenuação acumulada em tomada 950 MHz)

No projeto devem ser assinaladas a tomada mais favorecida (+F) e menos favorecida (-F). Entende-se por tomada coaxial mais favorecida, aquela cuja ligação permanente possui menor atenuação, e tomada coaxial menos favorecida, aquela cuja ligação permanente possui maior atenuação. (Manual ITED,2009)

O cálculo da atenuação do cabo coaxial para outras frequências, poderá ser calculada pela fórmula seguinte: (Manual ITED,2009)

$$A_{F_x} = A_{F_1} \times \sqrt{\frac{F_1}{F_x}} \quad (3.6)$$

Sendo:

A_{F_x} – atenuação que se quer calcular, na frequência desejada (F_x), em dB

A_{F_1} – atenuação conhecida, numa frequência inferior (F_1) e próxima de F_x , em dB

F_1 – frequência próxima e inferior a F_x (MHz)

F_x – frequência para a qual se quer calcular a atenuação (MHz)

3.4. SALAS TÉCNICAS

O conceito de salas técnicas está definido no manual ITED, como o Espaço de Telecomunicações, em compartimentos fechados e com requisitos apropriados para alojamento de equipamentos e dispositivos. As portas devem abrir para fora, cumprindo, assim, os regulamentos de segurança aplicáveis. (Manual ITED,2009)

A sua aplicação depende de duas condições, o grau de complexidade e número de fogos das instalações em causa.

Os tipos e dimensões das Salas Técnicas constam da tabela seguinte:

Tabela 3. 6 Tipos e dimensões das Salas Técnicas (Manual ITED,2009)

Tipo de sala técnica	Nº de Fogos	Dimensões Mínimas (cm)
S0	Até 32	300x100
S1	De 33 a 64	300x200
S2	De 35 a 10	300x300
S3	Mais de 100	600x300

3.5. CONCEPÇÃO DAS INSTALAÇÕES

O projeto ITED é constituído por uma rede par de cobre, uma rede coaxial (CATV e MATV/SMATV) e uma rede de fibra óptica, de acordo com o anexo III peças desenhadas 1 a 12, onde é feita a distribuição dos equipamentos constituintes de cada uma das redes. De acordo com a tabela 3.4, caso a área do edifício seja superior a 1000 m², devem ser projectados PD adicionais, além do mais, cada TT não pode estar a mais de 90 m do PD mais próximo, desta forma foram projectados um total de cinco bastidores de modo a cumprir os requisitos mencionados. De seguida, são apresentados os cálculos de dimensionamento necessários ao correcto funcionamento das instalações.

3.5.1. DIMENSIONAMENTO DA TUBAGEM

O diâmetro dos tubos de acordo com a tabela 3.4.entre os bastidores e as tomadas será de diâmetro 20, sendo que em projeto apenas serão assinalados os tubos cujo diâmetro seja diferente. Na tabela seguinte são apresentados os cálculos do diâmetro dos tubos utilizados com base na expressão (3.1).

Tabela 3. 7 Cálculo do diâmetro dos tubos VD utilizados

Cabo	Nº cabos	dim (mm)	VD
PC	1	11,16	20
	2	15,78	20
	5	24,95	32
CC	1	12,42	20
FO	1	7,56	20

3.5.2. DIMENSIONAMENTO DE CALHAS

A secção das calhas utilizadas, entre bastidores está calculada na tabela seguinte de acordo com a fórmula (3.4).

Tabela 3. 8 Dimensionamento das Calhas de Telecomunicações

Bastidor	Nº Cabos			Diâmetro da calha (mm)	Calha Seleccionada
	PC	CC	FO		
1	66	5	4	921,0	80x40
2	32	5	0	465,8	40x40
3	72	9	0	1017,0	80x40
4	124	8	3	1673,2	100x40
5	32	5	0	465,8	40x40

3.5.3. CALCULO DAS ATENUAÇÕES DA REDE DE CABOS COAXIAIS

No cálculo da atenuação da rede de cabos coaxiais, começou-se por calcular a atenuação do cabo para as frequências pretendidas, ou seja, aquelas que não são fornecidas pelo fabricante, com base na fórmula (3.6) as atenuações calculadas são:

Tabela 3. 9 Cálculo da atenuação do cabo coaxial

Cálculo da atenuação cabo coaxial	
Frequência conhecida (MHz)	60
Atenuação à frequência conhecida (dB)	2,6
Frequência pretendida (MHz)	65
Atenuação à frequência pretendida (dB)	2,71
Frequência pretendida (MHz)	88
Atenuação à frequência pretendida (dB)	3,15

As atenuações dos respectivos equipamentos e do cabo coaxial utilizadas foram:

Tabela 3. 10 Atenuações dos equipamentos utilizados

	Frequência (MHz)								
	5	60	65	88	90	750	862	950	2150
Atenuação cabo TCD-C-H (dB/m)	0,011	0,026	0,0271	0,0315	0,035	0,1134	0,121	0,127	0,191
Tomada	1	1	1	1	1	1	1	1,5	1,5
Repartidor BAS	11	11	11	11	11	12	12	14	14
Interligações	1	1	1	1	1	1	1	1	1

As atenuações das redes de CATV e MATV/SMATV do bastidor principal estão calculadas nas tabelas 3.11 e 3.12 respectivamente;

Tabela 3. 11 Atenuações da rede CATV do bastidor principal

	Tomada	Cabo RG-CC -RC-CC (m)	Cabo BAS-TT (m)	Atenuação ATE-TT						
				5	60	65	88	90	750	862
Para CATV	1	1	15	13,176	13,416	13,434	13,504	13,560	15,814	15,936
	2	1	24	13,275	13,650	13,678	13,788	13,875	16,835	17,025
	3	1	31	13,352	13,832	13,867	14,008	14,120	17,629	17,872
	4	1	58	13,649	14,534	14,599	14,859	15,065	20,691	21,139
	5	1	67	13,748	14,768	14,843	15,142	15,380	21,711	22,228
	6	1	76	13,847	15,002	15,087	15,426	15,695	22,732	23,317

Tabela 3. 12 Atenuações da rede MATV/SMATV do bastidor principal

	Tomada	Cabo RG- CC - RC- CC (m)	Cabo BAS- TT (m)	Atenuação ATE-TT									TILT 5-862 (max 15 dB)	TILT 950- 2150 (max 20 dB)	Δ 860 MHz (max 12 dB)	Δ 2150 MHz (max 20 dB)
				5	60	65	88	90	750	862	950	2150				
Para MATV /SMATV	1	1	15	13,176	13,416	13,434	13,504	13,560	15,814	15,936	18,532	19,556	2,760	1,024	7,381	11,651
	2	1	24	13,275	13,650	13,678	13,788	13,875	16,835	17,025	19,675	21,275	3,750	1,600		
	3	1	31	13,352	13,832	13,867	14,008	14,120	17,629	17,872	20,564	22,612	4,520	2,048		
	4	1	58	13,649	14,534	14,599	14,859	15,065	20,691	21,139	23,993	27,769	7,490	3,776		
	5	1	67	13,748	14,768	14,843	15,142	15,380	21,711	22,228	25,136	29,488	8,480	4,352		
	6	1	76	13,847	15,002	15,087	15,426	15,695	22,732	23,317	26,279	31,207	9,470	4,928		

Ao analisar a tabela anterior verifica-se que os níveis de atenuação das tomadas estão conforme os valores regulamentares, sendo a tomada mais favorável, como referido anteriormente, aquela que apresenta menor atenuação, a tomada 1 (+F), a tomada menos favorável, aquela que apresenta maior atenuação, a tomada 5 (-F).

As atenuações das redes de CATV e MATV/SMATV do bastidor 2 estão calculadas nas tabelas 3.13 e 3.14 respectivamente;

Tabela 3. 13 Atenuações da rede CATV do bastidor 2

	Tomada	Cabo BAS1- BAS2 (m)	Cabo BAS-TT (m)	Atenuação ATE-TT						
				5	60	65	88	90	750	862
Para CATV	1	74	15	13,979	15,314	15,412	15,804	16,115	24,093	24,769
	2	74	25	14,089	15,574	15,683	16,119	16,465	25,227	25,979
	3	74	34	14,188	15,808	15,927	16,402	16,780	26,247	27,068
	4	74	44	14,298	16,068	16,198	16,717	17,130	27,381	28,278
	5	74	53	14,397	16,302	16,442	17,001	17,445	28,402	29,367

Tabela 3. 14 Atenuações da rede MATV/SMATV do bastidor 2

Para MATV /SMATV	Tomada	Cabo BAS1- BAS2 (m)	Cabo BAS- TT (m)	Atenuação ATE-TT								TILT 5-862 (max 15 dB)	TILT 950- 2150 (max 20 dB)	Δ 860 MHz (max 12 dB)	Δ 2150 MHz (max 20 dB)	
				5	60	65	88	90	750	862	950					2150
	1	74	15	13,979	15,314	15,4119	15,8035	16,115	24,0926	24,769	27,803	33,499	10,79	5,696	4,598	7,258
	2	74	25	14,089	15,574	15,6829	16,1185	16,465	25,2266	25,979	29,073	35,409	11,89	6,336		
	3	74	34	14,188	15,808	15,9268	16,402	16,78	26,2472	27,068	30,216	37,128	12,88	6,912		
	4	74	44	14,298	16,068	16,1978	16,717	17,13	27,3812	28,278	31,486	39,038	13,98	7,552		
	5	74	53	14,397	16,302	16,4417	17,0005	17,445	28,4018	29,367	32,629	40,757	14,97	8,128		

Ao analisar a tabela anterior verifica-se que os níveis de atenuação das tomadas estão conforme os valores regulamentares, sendo a tomada mais favorável a tomada 1 (+F), e a tomada menos favorável a tomada 5 (-F).

As atenuações das redes de CATV e MATV/SMATV do bastidor 3 estão calculadas nas tabelas 3.15 e 3.16 respectivamente;

Tabela 3. 15 Atenuações da rede CATV do bastidor 3

Para CATV	Tomada	Cabo BAS1- BAS3 (m)	Cabo BAS-TT (m)	Atenuação ATE-TT						
				5	60	65	88	90	750	862
	1	45	9	13,594	14,404	14,463	14,701	14,890	20,124	20,534
	2	45	24	13,759	14,794	14,870	15,174	15,415	21,825	22,349
	3	45	33	13,858	15,028	15,114	15,457	15,730	22,845	23,438
	4	45	42	13,957	15,262	15,358	15,741	16,045	23,866	24,527
	5	45	51	14,056	15,496	15,602	16,024	16,360	24,886	25,616
	6	45	60	14,155	15,730	15,846	16,308	16,675	25,907	26,705
	7	45	69	14,254	15,964	16,089	16,591	16,990	26,928	27,794
	8	45	76	14,331	16,146	16,279	16,812	17,235	27,721	28,641
	9	45	79	14,364	16,224	16,360	16,906	17,340	28,062	29,004

Tabela 3. 16 Atenuações da rede MATV/SMATV do bastidor 3

Para MATV /SMATV	Tomada	Cabo BAS1- BAS3 (m)	Cabo BAS- TT (m)	Atenuação ATE-TT								TILT 5-862 (max 15 dB)	TILT 950- 2150 (max 20 dB)	Δ 860 MHz (max 12 dB)	Δ 2150 MHz (max 20 dB)	
				5	60	65	88	90	750	862	950					2150
	1	45	9	13,594	14,404	14,463	14,701	14,890	20,124	20,534	23,358	26,814	6,940	3,456	8,470	13,370
	2	45	24	13,759	14,794	14,870	15,174	15,415	21,825	22,349	25,263	29,679	8,590	4,416		
	3	45	33	13,858	15,028	15,114	15,457	15,730	22,845	23,438	26,406	31,398	9,580	4,992		
	4	45	42	13,957	15,262	15,358	15,741	16,045	23,866	24,527	27,549	33,117	10,570	5,568		
	5	45	51	14,056	15,496	15,602	16,024	16,360	24,886	25,616	28,692	34,836	11,560	6,144		
	6	45	60	14,155	15,730	15,846	16,308	16,675	25,907	26,705	29,835	36,555	12,550	6,720		
	7	45	69	14,254	15,964	16,089	16,591	16,990	26,928	27,794	30,978	38,274	13,540	7,296		
	8	45	76	14,331	16,146	16,279	16,812	17,235	27,721	28,641	31,867	39,611	14,310	7,744		
	9	45	79	14,364	16,224	16,360	16,906	17,340	28,062	29,004	32,248	40,184	14,640	7,936		

Ao analisar a tabela anterior verifica-se que os níveis de atenuação das tomadas estão conforme os valores regulamentares, sendo a tomada mais favorável a tomada 1 (+F), e a tomada menos favorável a tomada 9 (-F).

As atenuações das redes de CATV e MATV/SMATV do bastidor 4 estão calculadas nas tabelas 3.17 e 3.18 respectivamente;

Tabela 3. 17 Atenuações da rede CATV do bastidor 4

	Tomada	Cabo BAS1-BAS4 (m)	Cabo BAS-TT (m)	Atenuação ATE-TT						
				5	60	65	88	90	750	862
Para CATV	1	40	9	13,539	14,274	14,328	14,544	14,715	19,557	19,929
	2	40	12	13,572	14,352	14,409	14,638	14,820	19,897	20,292
	3	40	20	13,660	14,560	14,626	14,890	15,100	20,804	21,260
	4	40	26	13,726	14,716	14,789	15,079	15,310	21,484	21,986
	5	40	37	13,847	15,002	15,087	15,426	15,695	22,732	23,317
	6	40	46	13,946	15,236	15,331	15,709	16,010	23,752	24,406
	7	40	55	14,045	15,470	15,575	15,993	16,325	24,773	25,495
	8	40	64	14,144	15,704	15,818	16,276	16,640	25,794	26,584

Tabela 3. 18 Atenuações da rede MATV/SMATV do bastidor 4

	Tomada	Cabo BAS1-BAS4 (m)	Cabo AT1-TT (m)	Atenuação ATE-TT								TILT 5-862 (max 15 dB)	TILT 950-2150 (max 20 dB)	Δ 860 MHz (max 12 dB)	Δ 2150 MHz (max 20 dB)	
				5	60	65	88	90	750	862	950					2150
Para MATV /SMATV	1	40	9	13,539	14,274	14,328	14,544	14,715	19,557	19,929	22,723	25,859	6,390	3,136	6,655	10,505
	2	40	12	13,572	14,352	14,409	14,638	14,820	19,897	20,292	23,104	26,432	6,720	3,328		
	3	40	20	13,660	14,560	14,626	14,890	15,100	20,804	21,260	24,120	27,960	7,600	3,840		
	4	40	26	13,726	14,716	14,789	15,079	15,310	21,484	21,986	24,882	29,106	8,260	4,224		
	5	40	37	13,847	15,002	15,087	15,426	15,695	22,732	23,317	26,279	31,207	9,470	4,928		
	6	40	46	13,946	15,236	15,331	15,709	16,010	23,752	24,406	27,422	32,926	10,460	5,504		
	7	40	55	14,045	15,470	15,575	15,993	16,325	24,773	25,495	28,565	34,645	11,450	6,080		
	8	40	64	14,144	15,704	15,818	16,276	16,640	25,794	26,584	29,708	36,364	12,440	6,656		

Ao analisar a tabela anterior verifica-se que os níveis de atenuação das tomadas estão conforme os valores regulamentares, sendo a tomada mais favorável a tomada 1 (+F), e a tomada menos favorável a tomada 8 (-F).

As atenuações das redes de CATV e MATV/SMATV do bastidor 5 estão calculadas nas tabelas 3.19 e 3.20 respectivamente;

Tabela 3. 19 Atenuações da rede CATV do bastidor 5

	Tomada	Cabo BAS1-BAS5 (m)	Cabo BAS-TT (m)	Atenuação ATE-TT						
				5	60	65	88	90	750	862
Para CATV	1	77	15	14,012	15,392	15,493	15,898	16,220	24,433	25,132
	2	77	25	14,122	15,652	15,764	16,213	16,570	25,567	26,342
	3	77	34	14,221	15,886	16,008	16,497	16,885	26,587	27,431
	4	77	44	14,331	16,146	16,279	16,812	17,235	27,721	28,641
	5	77	53	14,430	16,380	16,523	17,095	17,550	28,742	29,730

Tabela 3. 20 Atenuações da rede MATV/SMATV do bastidor 5

	Tomada	Cabo BAS1-BAS5 (m)	Cabo ATI-TT (m)	Atenuação ATE-TT								TILT 5-862 (max 15 dB)	TILT 950-2150 (max 20 dB)	Δ 860 MHz (max 12 dB)	Δ 2150 MHz (max 20 dB)	
				5	60	65	88	90	750	862	950					2150
Para MATV /SMATV	1	77	15	14,012	15,392	15,493	15,898	16,220	24,433	25,132	28,184	34,072	11,120	5,888	4,235	6,685
	2	77	25	14,122	15,652	15,764	16,213	16,570	25,567	26,342	29,454	35,982	12,220	6,528		
	3	77	34	14,221	15,886	16,008	16,497	16,885	26,587	27,431	30,597	37,701	13,210	7,104		
	4	77	44	14,331	16,146	16,279	16,812	17,235	27,721	28,641	31,867	39,611	14,310	7,744		
	5	77	50	14,397	16,302	16,442	17,001	17,445	28,402	29,367	32,629	40,757	14,970	8,128		

Ao analisar a tabela anterior verifica-se que os níveis de atenuação das tomadas estão conforme os valores regulamentares, sendo a tomada mais favorável a tomada 1(+F), e a tomada menos favorável a tomada 5 (-F).

3.6. CONCLUSÃO

Em virtude do enunciado conclui-se que o presente projeto ITED, garante a distribuição dos sinais desde a entrada do edifício até ao ponto mais longínquo deste, com os índices de qualidade exigidos na legislação em vigor, em quaisquer dos pontos do edifício, para as diferentes tecnologias. Foram cumpridos os requisitos e prescrições mínimas para edifícios escolares, contemplando uma rede par de cobre, uma rede coaxial (CATV e MATV/SMATV) e uma rede de fibra óptica, com um total de cinco bastidores projectados de modo a cumprir e garantir a qualidade dos sinais por todo o edifício.

4. PROJETO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS (SCI)

O projeto de Segurança Contra Incêndios deve dotar o edifício das condições necessárias quer para a prevenção, bem como, para o combate de incêndios, tendo como principal objectivo a segurança das pessoas.

O regulamento de segurança contra incêndios em edifícios (SCIE), publicado pelo decreto-lei nº 220/2008 de 12 de Novembro, e consequente portaria nº 1532/2008 de 29 de Dezembro, veio agrupar um conjunto de diplomas legais até então dispersos, uniformizando as exigências em termos da categoria de risco dos edifícios, bem como, a inclusão de novas utilizações tipo até então sem regulamentação, nomeadamente, lar de idosos, industriais entre outros.

O processo legislativo da SCIE inclui os diplomas;

- Regime jurídico de SCIE (decreto-lei nº220/2008 de 12 Novembro);
- Regulamento técnico de SCIE (portaria 1532/2008 de 29 de Dezembro);
- Critérios técnicos para determinação da densidade de carga de incêndio modificada (despacho 2074/2009, 15 de Janeiro);
- Regime de credenciação de identidades para emissão de pareceres, realização de vistorias e de inspecções das condições de SCIE (portaria 64/2009, 22 de Janeiro)
- Funcionamento do sistema informático (portaria 610/2009 8 de Junho)
- Registo das entidades que exerçam a actividade de comercialização, instalação e ou manutenção de produtos e equipamentos de SCIE (portaria 773/2009, 21 de Julho);
- Definição de taxas a pagar por serviços prestados pela ANPC, no âmbito do decreto-lei nº 220/2008, 12 de Novembro (portaria 1054/2009 16 de Setembro). (Miguel e Silvano,2010)

4.1. UTILIZAÇÕES TIPO DE EDIFÍCIOS E RECINTOS

De acordo com o Artigo 8º do RJ-SCIE são definidas 12 Utilizações-Tipo (UT) de edifícios e recintos itinerantes ou ao ar livre procurando cobrir a totalidade das construções realizadas ou a realizar no país: (ANPC,2011a) (Miguel e Silvano,2010)

- TIPO I (HABITACIONAIS)
- TIPO II (ESTACIONAMENTOS)
- TIPO III (ADMINISTRATIVOS)
- TIPO IV (ESCOLARES)
- TIPO V (HOSPITALARES E LARES DE IDOSOS)

- TIPO VI (ESPECTÁCULOS E REUNIÕES PÚBLICAS)
- TIPO VII (HOTELEIROS E RESTAURAÇÃO)
- TIPO VIII (COMERCIAIS E GARES DE TRANSPORTES)
- TIPO IX (DESPORTIVOS E DE LAZER)
- TIPO X (MUSEUS E GALERIAS DE ARTE)
- TIPO XI (BIBLIOTECAS E ARQUIVOS)
- TIPO XII (INDUSTRIAIS, OFICINAS E ARMAZÉNS)

4.2. LOCAIS DE RISCO

De acordo com o artigo 10º do RJ-SCIE todos os locais dos edifícios e recintos são classificados de acordo com a natureza do risco em seis grupos. Exceptuam-se os espaços interiores de cada fogo e as vias horizontais e verticais de evacuação. Os locais de risco são os seguintes: (ANPC,2011b) (Miguel e Silvano,2010)

- a) LOCAL DE RISCO “A” – local não apresentando riscos especiais, no qual se verifiquem simultaneamente as seguintes condições:
 - a. O efectivo total não exceda 100 pessoas;
 - b. O efectivo de público não exceda 50 pessoas;
 - c. Mais de 90% dos ocupantes não se encontrem limitados na mobilidade ou nas capacidades de percepção e reacção a um alarme;
 - d. As actividades nele exercidas ou os produtos, materiais e equipamentos que contém não envolvam riscos agravados de incêndio.
- b) LOCAL DE RISCO “B” – local acessível a público ou ao pessoal afecto ao estabelecimento, com um efectivo total superior a 100 pessoas ou um efectivo de público superior a 50 pessoas, no qual se verifiquem simultaneamente as seguintes condições:
 - a. Mais de 90% dos ocupantes não se encontrem limitados na mobilidade ou nas capacidades de percepção e reacção a um alarme;
 - b. As actividades nele exercidas ou os produtos, materiais e equipamentos que contém não envolvam riscos agravados de incêndio.
- c) LOCAL DE RISCO “C” – local que apresenta riscos agravados de eclosão e de desenvolvimento de incêndio devido, quer às actividades nele desenvolvidas, quer às características dos produtos, materiais ou equipamentos nele existentes, designadamente à carga de incêndio.

- d) LOCAL DE RISCO “D” – local de um estabelecimento com permanência de pessoas acamadas ou destinado a receber crianças com idade inferior a seis anos ou pessoas limitadas na mobilidade ou nas capacidades de percepção e reação a um alarme.
- e) LOCAL DE RISCO “E” – local de um estabelecimento destinado a dormida, em que as pessoas não apresentem as limitações indicadas nos locais de risco D.
- f) LOCAL DE RISCO “F” – local que possua meios e sistemas essenciais à continuidade de actividades sociais relevantes, nomeadamente os centros nevrálgicos de comunicação, comando e controlo.

4.3. CATEGORIA DE RISCO

Cada uma das 12 utilizações-tipo (UT) existentes em edifícios, recintos ou partes de edifícios é classificada, em termos de risco, numa de quatro categorias (da 1ª, menos gravosa, à 4ª mais gravosa). (ANPC,2011c) (Miguel e Silvano,2010)

Os factores de risco que condicionam esta classificação variam de UT para UT, havendo alguns comuns. Em resumo esses factores são:

- Altura da UT;
- Número de pisos ocupada pela UT abaixo do nível de referência;
- UT inserida em edifício ou ao ar livre;
- Área bruta ocupada pela UT;
- Efectivo da UT (total e em locais do risco D ou E, em edifício ou ar livre);
- Locais de risco D ou E com saídas independentes directas ao exterior, no plano de referência;
- Carga de incêndio modificada;
- Densidade de carga de incêndio modificada (em edifício ou ar livre).

4.4. SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE DETECÇÃO DE INCÊNDIO (SADI)

A correcta instalação dos meios para a detecção de incêndios, envolve a compreensão do conceito de incêndio, pois só desta forma é possível a escolha acertada dos equipamentos a utilizar.

O fogo é uma combustão, isto é, uma reacção química exotérmica, normalmente auto-sustentada, entre uma matéria combustível e um comburente. Designa-se por um incêndio o fogo fora de controlo no tempo e no espaço. (ANPC,2011d)

Os produtos resultantes da combustão são:

- O calor dissipado para o ambiente (poder calorífico) podendo-se graduar o risco de incêndio em função da densidade da carga de incêndio;
- Os gases de combustão, alguns invisíveis, sendo os mais comuns o vapor de água, o dióxido e o monóxido de carbono;
- O fumo e os aerossóis que são produtos voláteis não gasosos;
- A radiação luminosa relacionada com a temperatura e com as brasas;
- Produtos não voláteis. (ANPC,2011d)

Estas diferentes manifestações de produtos de combustão implicam diferentes tipos de detectores ou sensores. O sucesso da detecção associada à intervenção está dependente da tipologia adoptada.

A detecção do incêndio será tanto mais útil e eficaz quanto mais perto se situar do ponto de ignição.

O artigo 117 do RT-SCIE define que a configuração global de um Sistema Automático de Detecção de Incêndios (SADI) é baseada nos seguintes equipamentos:

- Botões de alarme manual;
- Detectores de incêndio;
- Centrais e quadros de sinalização e comando (CDI);
- Sinalizadores de alarme restrito (bessouros e ou lâmpadas);
- Difusores de alarme geral (sirenes e ou lâmpadas rotativas);
- Transmissores de alarme à distância (alerta);
- Telefones para transmissão manual (ou verbal) do alarme;
- Dispositivos para comando de outros equipamentos e sistemas de segurança;
- Baterias de socorro.

O artigo 118.º define os princípios de funcionamento de um SADI, o artigo 125.º estabelece três configurações de SADI, descritos na tabela seguinte: (ANPC,2011d)

Tabela 4. 1 Configurações das instalações de alarme (ANPC,2011d)

Componentes e funcionalidade		Configuração		
		1	2	3
Botões de accionamento de alarme		X	X	X
Detectores automáticos			X	X
Central de sinalização e comando	Temporizações		X	X
	Alerta automático			X
	Comandos		X	X
	Fonte local de alimentação de emergência	X	X	X
Protecção	Total			X
	Parcial	X	X	
Difusão do alarme	No interior	X	X	X
	No exterior		X	

4.5. UTILIZAÇÃO DO TIPO IV – ESCOLARES

A utilização do tipo IV esta definida para edifícios ou partes de edifícios recebendo público, onde se ministrem acções de educação, ensino e formação ou exerçam actividades lúdicas ou educativas para crianças e jovens, podendo ou não incluir espaços de repouso ou de dormida afectos aos participantes nessas acções e actividades. (ANPC,2011a) (Miguel e Silvano,2010)

4.5.1. CLASSIFICAÇÃO DA CATEGORIA DE RISCO

A categoria de risco de um edifício é a mais baixa que satisfaça na íntegra todos os critérios indicados na tabela seguinte (Tabela 4.2), no caso de edifícios escolares, caso seja excedido algum dos valores dos critérios de classificação, a categoria de risco atribuída será a imediatamente acima. (Miguel e Silvano,2010)

Tabela 4. 2 Critérios de Definição da categoria de risco para Edifícios Escolares (Miguel e Silvano,2010)

		Categorias de Risco				
		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	
Altura		≤9m	≤9m	≤28m	>28m	
Efectivo	Não existindo locais de Risco D ou E	≤100	≤750	≤2250	>2250	
	Existindo locais de Risco D ou E	Nos locais de risco D ou E	≤25	≤100	≤400	>400
	Total	≤100	≤500	≤1500	>1500	
Locais de Risco D ou E, com saídas independentes directas ao exterior, situados no plano de referência		Obrigatório	Não aplicável			

4.5.2. CLASSIFICAÇÃO DOS LOCAIS DE RISCO

Todos os locais do edifício e dos recintos, com excepção das vias horizontais e verticais de evacuação, são classificadas de acordo com a natureza de risco, para edifícios escolares são classificados de acordo com a tabela seguinte: (Miguel e Silvano,2010)

Tabela 4. 3 Critérios de classificação dos locais de risco para Edifícios Escolares (Miguel e Silvano,2010)

		Locais de Risco						
		A	B	C	C+	D	E	F
Efectivo	Total	≤ 100	>100	-				
	Publico	≤ 50	>50	-				
	Incapitados e crianças até 6 anos	≤10%		-	>10%	-		
	Locais de dormida	-				>0	-	
Risco agravado de incêndio		Não		Sim		-		
Continuidade de actividades socialmente relevantes		-					Sim	

4.5.3. ABASTECIMENTO E PRONTIDÃO DOS MEIOS DE SOCORRO

Todos os edifícios devem possuir nas suas imediações hidrantes exteriores que assegurem o abastecimento dos veículos de socorro. Deve dar-se preferência à colocação de marcos de incêndio relativamente a bocas-de-incêndio sempre que tal for permitido pelo diâmetro e pressão da canalização pública, (Miguel e Silvano,2010) considerando o seguinte:

Tabela 4. 4 Critérios para o Abastecimento e prontidão dos meios de socorro (Miguel e Silvano,2010)

			Categorias de risco			
			1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
Hidrantes Exteriores	Marcos de água	Localização	Junto ao lancil dos passeios que marginam as vias de acesso			
		Distribuição	A menos de 30 m de qualquer saída do edifício			
	Bocas-de-incêndio	Localização	A uma cota de nível entre 0.6 e 1m acima do pavimento ou lancis dos passeios			
		Distribuição	Uma por cada 15m de fachada, ou fracção, quando esta exceder 7,5m.			
	Alimentação	Rede publica sempre que possível				
Grau de prontidão de socorro			-		A definir em legislação própria	

4.5.4. ISOLAMENTO E PROTECÇÃO DE LOCAIS DC RISCO

Os elementos de construção consoante o local de risco devem possuir uma resistência ao fogo de acordo com o estipulado na tabela seguinte:

Tabela 4. 5 Classes de Isolamento dos elementos de Construção consoante o Local de Risco (Miguel e Silvano,2010)

	Locais de Risco						
	A	B	C	C+	D	E	F
Paredes não resistentes	-	EI30	EI60	EI90	EI60	EI30	EI90
Pavimentos e paredes resistentes	-	REI30	REI60	REI90	REI60	REI30	REI90
Portas	-	E15C	E30C	E45C	E30C	E15C	E45C

4.5.5. CÁLCULO DO EFECTIVO

O efectivo é calculado com base em índices de ocupação medidos em pessoas por m² de área útil, no caso de um edifício escolar (UT IV) (Miguel e Silvano,2010), os índices são os seguintes (Tabela 4.6):

Tabela 4. 6 Índices de ocupação consoante o espaço para o cálculo do efectivo para edifícios escolares (Miguel e Silvano,2010)

Espaço	Pessoas/m²
Balneários e vestiários utilizados por público	1
Balneários e vestiários exclusivos para funcionários	0.3
Bares (zona de consumo com lugares em pé)	2
Espaços de ensino não especializado.	0.6
Espaços de exposição destinados à divulgação científica e técnica	0.35
Espaços ocupados pelo público em outros locais de exposição	3
Espaços reservados a lugares de pé de salas de conferências, de reunião, de espectáculos e de auditórios	3
Gabinetes de escritório.	0.1
Locais de venda de baixa ocupação de público	0.2
Locais de venda localizados no piso do plano de referência com área inferior ou igual a 300 m ²	0.5
Salas de convívio e refeitórios	1
Salas de desenho e laboratórios	0.2
Posto médico	0.2
Salas de escritório e secretarias	0.2
Salas de leitura sem lugares fixos em bibliotecas	0.2
Salas de reunião, de estudo e de leitura sem lugares fixos ou salas de estar	0.5
Zona de actividades (gimnodesportivos)	0.15

4.5.6. SINALIZAÇÃO ILUMINAÇÃO E DETECÇÃO

Os edifícios devem ser equipados com equipamentos que forneçam informação essencial numa situação de perigo, que facilitem a evacuação e que facultem uma detecção de incêndio precoce, (Miguel e Silvano,2010) (ANPC,2011e) de acordo com o estabelecido na tabela seguinte:

Tabela 4. 7 Critérios para a sinalização, iluminação e detecção de incêndio (Miguel e Silvano,2010)

		Categorias de risco			
		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
Sinalização		Sinalética foto luminescente			
Iluminação de emergência		Blocos autónomos ou através de fontes locais ou centrais de energia de emergência			
Detecção alarme e alerta	Botões manuais de alarme		Configuração 3	Configuração 3	
	Detectores automáticos				
	Alerta automático				
	Difusão do alarme		Sinal sonoro ou mensagem gravada		
Detecção de gás combustível	Aplicação	Nos locais	Em locais de risco C com aparelhos de queima ou com armazenamento de gás combustível		
		Nos ductos	-	Com canalizações de gás combustível	
	Difusão do alarme óptico e acústico	Mensagem	“Atmosfera Perigosa” e a indicação do tipo de gás		
		Localização	No exterior e interior dos locais		
	Cortes do gás		Automático e manual sinalizado, junto da saída do local		

4.5.7. EQUIPAMENTOS E SISTEMAS DE EXTINÇÃO

Os edifícios devem dispor no seu interior, meios próprios de intervenção que permitam a actuação imediata sobre focos de incêndios pelos seus ocupantes e que facilitem aos bombeiros o lançamento rápido das operações de socorro. (Miguel e Silvano,2010)

Tabela 4. 8 Critérios para o estabelecimento de equipamentos e sistemas de extinção de incêndios, consoante a categoria de risco (Miguel e Silvano,2010)

		Categorias de risco			
		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
Meios de primeira intervenção	Meios portáteis e móveis	Extintores portáteis			
	Rede de incêndio armada	-	Tipo carretel		
Meios de segunda intervenção	Redes de incêndio	-		Húmida	
	Bocas-de-incêndio	-		Tipo teatro	
Sistemas fixos de extinção automática	Extinção por água	-			
	Extinção por outros agentes	Em cozinhas com potência total instalada nos aparelhos de confeição > 70kW			
Sistemas de cortina de água		Como medida complementar para melhorar a resistência ao fogo dos elementos de construção, nomeadamente elementos em vidro			
Alimentação das redes de incêndio		.	Rede pública	Depósito e grupo sobrepessor de SI	

4.6. RESERVATÓRIO DE ÁGUA PRIVATIVO DO SERVIÇO DE INCÊNDIO (RASI)

A capacidade do RASI deve ser calculada tendo em consideração o número de dispositivos em funcionamento e a autonomia requerida para os mesmos em função da categoria de risco da utilização-tipo. (ANPC,2011f)

A capacidade do depósito é calculada através da seguinte expressão:

$$C=(Q+QH+QS+QC) \times T \quad (4.1)$$

Em que,

- C – Capacidade do depósito, em litros
- $Q = Q1$ (se apenas existirem redes de 1.^a intervenção) ou $Q=Q2$ (se também existirem redes de 2.^a intervenção)
- $Q1$ – Caudal de alimentação das redes de 1.^a intervenção, em litros/ minuto
- $Q2$ – Caudal de alimentação das redes de 2.^a intervenção, em litros/ minuto
- QH – Caudal de alimentação dos hidrantes, em litros/ minuto, se não forem alimentados pela rede pública
- QS – Caudal de alimentação das redes de sprinklers, em litros/ minuto
- QC – Caudal de alimentação das cortinas de água, em litros/minuto
- T – Tempo de autonomia do sistema, em minutos, de acordo com a categoria da instalação (Tabela 4.9) (ANPC,2011f)

Tabela 4. 9 Tempo de autonomia do RASI em função da categoria de risco (ANPC,2011f)

Categoria de risco	Tempo de autonomia (min)
1 ^a e 2 ^a	60
3 ^a	90
4 ^a	120

Os caudais de alimentação das redes de incêndio são calculados através das expressões:

$$Q1 \text{ (l/min.)} = n1 \times 1,5 \text{ l/s} \times 60 \quad (4.2)$$

$$Q2 \text{ (l/min.)} = n2 \times 4 \text{ l/s} \times 60 \quad (4.3)$$

$$QH \text{ (l/min.)} = nH \times 20 \text{ l/s} \times 60 \quad (4.4)$$

$$QS \text{ (l/min.)} = qs \times As \quad (4.5)$$

$$QC \text{ (l/min.)} = Ac \times 10 \text{ l/min.m}^2 \quad (4.6)$$

Sendo,

- $n1$ – Número de carretéis a alimentar na rede de 1.^a intervenção, considerando metade deles em funcionamento num máximo de quatro
- $n2$ – Número de bocas-de-incêndio a alimentar na rede de 2.^a intervenção, considerando metade delas em funcionamento num máximo de quatro

- n_H – Número de hidrantes a alimentar na rede de hidrantes, considerando no máximo dois,
- q_s – Densidade de descarga do sistema de *sprinklers*, variando com o local de risco a proteger, em l/min.m²
- A_s – Área de operação dos *sprinklers*, variando com o local de risco a proteger, em m²
- A_c – Somatório das áreas dos vãos a irrigar pelas cortinas de água, apenas no compartimento de fogo mais gravoso, em m²

4.7. CENTRAL DE BOMBAGEM

A central de bombagem é constituída por 2 bombas principais redundantes, isto é, cada uma delas alimenta a totalidade das redes hidráulicas, e uma bomba auxiliar (jockey) destinada a manter a pressão mínima na rede, evitando o arranque desnecessário das bombas principais. (ANPC,2011g)

Admite-se a concepção de centrais de bombagem com uma das três combinações:

- Hipótese 1
 - Duas bombas principais eléctricas.
 - Uma bomba auxiliar eléctrica (jockey).
 - Alimentação de energia eléctrica pela rede pública e alternativamente por uma fonte central de emergência.
- Hipótese 2
 - Uma bomba principal eléctrica.
 - Uma motobomba principal.
 - Uma bomba auxiliar eléctrica (jockey).
 - Alimentação de energia eléctrica pela rede pública.
- Hipótese 3
 - Duas motobombas principais.
 - Uma bomba auxiliar eléctrica (jockey).
 - Alimentação de energia eléctrica pela rede pública.
 - Depósito de alimentação de combustível independente para cada motobomba.

As bombas devem ser dimensionadas de modo a garantir a pressão e caudal necessários ao abastecimento simultâneo das instalações servidas pela central de bombagem para uso do serviço de incêndios. (ANPC,2011g)

A potência das bombas principais é definida por:

- Q_n – Caudal nominal, em m^3/h
- P_n – Pressão nominal, em m.c.a (metros de coluna de água)

A determinação do Q_n é conseguida através da expressão:

$$Q_n = (Q_1 + Q_2 + Q_H + Q_S + Q_C) \times 60 \times 10^{-3} \quad (4.7)$$

Em que,

- Q_1 – Caudal de alimentação das redes de 1.^a intervenção, em litros/ minuto
- Q_2 – Caudal de alimentação das redes de 2.^a intervenção, em litros/ minuto
- Q_H – Caudal de alimentação dos hidrantes, em litros/ minuto
- Q_S – Caudal de alimentação das redes de sprinklers, em litros/ minuto
- Q_C – Caudal de alimentação das cortinas de água, em litros/minuto

Os caudais de alimentação das redes de incêndio são calculados através das expressões:

$$Q_1 \text{ (l/min.)} = n_1 \times 1,5 \text{ l/s} \times 60 \quad (4.8)$$

$$Q_2 \text{ (l/min.)} = n_2 \times 4 \text{ l/s} \times 60 \quad (4.9)$$

$$Q_H \text{ (l/min.)} = n_H \times 20 \text{ l/s} \times 60 \quad (4.10)$$

$$Q_S \text{ (l/min.)} = q_s \times A_s \quad (4.11)$$

$$Q_C \text{ (l/min.)} = A_c \times 10 \text{ l/min. m}^2 \quad (4.12)$$

Sendo,

- n_1 – Número de carretéis a alimentar na rede de 1.^a intervenção, considerando metade deles em funcionamento num máximo de quatro

- n_2 – Número de bocas-de-incêndio a alimentar na rede de 2.^a intervenção, considerando metade delas em funcionamento num máximo de quatro
- n_H – Número de hidrantes a alimentar na rede de hidrantes, considerando no máximo dois
- q_s – Densidade de descarga do sistema de *sprinklers*, variando com o local de risco a proteger, em l/min.m²
- A_s – Área de operação dos *sprinklers*, variando com o local de risco a proteger, em m²
- A_c – Somatório das áreas dos vãos a irrigar pelas cortinas de água, apenas num compartimento de fogo, em m²

A pressão nominal é determinada por cálculo hidráulico das redes, considerando os caudais de alimentação das redes, Q_1 , Q_2 , Q_H , Q_s e Q_C e a pressão dinâmica a garantir nos seguintes dispositivos de combate a incêndio mais desfavoráveis: (ANPC,2011g)

- 250 kPa – Bocas-de-incêndio das redes de 1.^a intervenção
- 350 kPa – Bocas-de-incêndio das redes de 2.^a intervenção
- 150 kPa – Hidrantes exteriores

Sendo,

- 1 m.c.a. = 10 kPa

4.8. CONCEPÇÃO DAS INSTALAÇÕES

O projeto SCI é constituído por plantas com a localização dos equipamentos de detecção e de combate a incêndios, iluminação de segurança e caminhos de evacuação, de acordo com o anexo IV peças desenhadas 1 a 4, bem como, documentação técnica (memória descritiva e termo de responsabilidade).

4.8.1. LOCAIS DE RISCO

A definição dos locais de risco, com base nos critérios enunciados no ponto 4.5.2, foram os seguintes:

- Local de Risco A (salas de aulas destinados a crianças com idade igual ou superior a 6 anos, salas de reuniões, sala dos professores, biblioteca, administrativos, sala de refeições/refeitório) (ANPC,2011b)

- Local que não apresenta riscos especiais, no qual se verifiquem simultaneamente as seguintes condições: (ANPC,2011b)
 - O efectivo não exceda 100 pessoas;
 - O efectivo de público não exceda 50 pessoas;
 - Mais de 90% dos ocupantes não se encontrem limitados na mobilidade ou nas capacidades de percepção e reacção a um alarme;
 - As actividades nele exercidas ou os produtos, materiais e equipamentos que contém não envolvam riscos agravados de incêndio.
- Local de Risco B (salas de aulas destinados a crianças com idade igual ou superior a 6 anos, área de serviço) (ANPC,2011b)
 - Local que não apresenta riscos especiais, no qual se verifiquem simultaneamente as seguintes condições: (ANPC,2011b)
 - O efectivo exceda 100 pessoas;
 - O efectivo de público exceda 50 pessoas;
 - Mais de 90% dos ocupantes não se encontrem limitados na mobilidade ou nas capacidades de percepção e reacção a um alarme;
 - As actividades nele exercidas ou os produtos, materiais e equipamentos que contém não envolvam riscos agravados de incêndio.
 - Local de Risco C (Cozinha e Laboratórios de física/química, e química/biologia)
 - Local que apresenta riscos agravados de eclosão e de desenvolvimento de incêndio, quer devido às actividades aí desenvolvidas, quer devido às características dos produtos, materiais ou equipamentos neles existentes, designadamente à carga de incêndio. (ANPC,2011b)
 - Os locais de Risco C, referidos acima, compreendem designadamente:
 - Cozinha em que estão instalados aparelhos, ou grupo de aparelhos, para confecção de alimentos ou sua conservação, com potência útil superior a 20Kw, (ANPC,2011b)
 - Locais afectos a serviços e actividades onde são manipulados e armazenados produtos combustíveis. (ANPC,2011b)

4.8.2. FACTORES DE CLASSIFICAÇÃO DE RISCO APLICÁVEIS

Atendendo aos índices definidos no ponto 4.5.5, tabela 4.6, o efetivo é calculado pela multiplicação dos índices de ocupação pela área do espaço em causa, com base no efectivo e com os critérios enunciados anteriormente é definido o local de risco. O efectivo de cada espaço, bem como a classificação de cada local encontram-se resumidos na tabela seguinte:

Tabela 4. 10 Cálculo do efectivo e definição do local de risco

PISO	Ocupação	Área [m2]	Índice	Efectivo	Local de Risco
PISO 0	Ginásio	166	0,15	24,9	A
	Vestiário feminino	19	1	19	A
	i.s. feminino	17	0,3	5,1	A
	i.s. masculino	20	0,3	6	A
	Vestiário masculino	19	1	19	A
	Cozinha	20	0,5	10	C
	Cobertura para comer	70	1	70	A
	Armazém	102	0,1	10,2	A
	Sala dos professores	36	0,5	18	A
	i,s	4,5	0,3	1,35	A
	Psicólogo	14,4	0,2	2,88	A
	Enfermaria	22,1	0,2	4,42	A
	Sala de aula	56	0,6	33,6	A
	Sala de aula	56	0,6	33,6	A
	Sala de aula	56	0,6	33,6	A
	Sala de aula	56	0,6	33,6	A
	Sala de aula	56	0,6	33,6	A
	Sala de aula	56	0,6	33,6	A
	Auditório	126	3	378	B
	Laboratório química e física	103,6	0,2	20,72	C
	Área técnica	15,2	0,2	3,04	A
	Secretaria	25,5	0,2	5,1	A
	Atendimento	12,5	0,2	2,5	A
	Gabinete director	15,19	0,1	1,519	A
	i.s. feminino	4,29	0,3	1,287	A
	i.s.	2,37	0,3	0,711	A
	i.s. masculino	4,29	0,3	1,287	A
	Arquivo	2,27	0,1	0,227	A
	Gab. Chefe da secretaria	12,5	0,1	1,25	A
	Gabinete de apoio	11	0,1	1,1	A
	Reprografia	15,45	0,2	3,09	A
	i.s. feminino	4,95	0,3	1,485	A
	i.s. masculino	6,72	0,3	2,016	A
	Biblioteca	48	0,5	24	A
	Sala de aula	56	0,6	33,6	A
	Sala de aula	56	0,6	33,6	A
	Sala de aula	56	0,6	33,6	A
	i.s. feminino	16	0,3	4,8	A
	i.s. acessível	5,23	0,3	1,569	A
	i.s. masculino	18	0,3	5,4	A
Sala de aula	56	0,6	33,6	A	

PISO	Ocupação	Área [m2]	Índice	Efectivo	Local de Risco
Piso0	Sala de aula	56	0,6	33,6	A
	Sala de aula	56	0,6	33,6	A
	Sala de aula	56	0,6	33,6	A
	Sala de aula	56	0,6	33,6	A
	i.s. feminino	8,4	0,3	2,52	A
	i.s. acessível	7,5	0,3	2,25	A
	i.s. masculino	9,7	0,3	2,91	A
PISO 1	Laboratório biologia / química	35	0,2	7	C
	Sala de preparação	16,4	0,2	3,28	A
	Sala de informática	48	0,6	28,8	A
	Secretária do director	13,1	0,1	1,31	A
	Gabinete do director	24	0,1	2,4	A
	i.s.	3,5	0,3	1,05	A
	i.s.	4,1	0,3	1,23	A
	Reprografia	15,45	0,2	3,09	A
	i.s. feminino	4,95	0,3	1,485	A
	i.s. masculino	6,72	0,3	2,016	A
	Área de serviço	29,8	2	59,6	B
	Sala de aula	56	0,6	33,6	A
	Sala de aula	56	0,6	33,6	A
	Sala de aula	56	0,6	33,6	A
	Sala de aula	56	0,6	33,6	A
	i.s. feminino	16	0,3	4,8	A
	i.s. acessível	5,23	0,3	1,569	A
	i.s. masculino	18	0,3	5,4	A
	Sala de aula	56	0,6	33,6	A
	Sala de aula	56	0,6	33,6	A
	Sala de aula	56	0,6	33,6	A
	Sala de aula	56	0,6	33,6	A
	Sala de aula	56	0,6	33,6	A
i.s. feminino	8,4	0,3	2,52	A	
i.s. acessível	7,5	0,3	2,25	A	
i.s. masculino	9,7	0,3	2,91	A	
Total do efectivo do Edifício				1561	

Ao analisar a tabela 4.10, verifica-se que o efectivo total é de 1561 pessoas, não existem locais de Risco D ou E, e a altura do edifício apenas constituída por dois pisos é menor que nove metros, então desta forma, o edifício é classificado como pertencente há terceira categoria de risco, de acordo com o ponto 4.5.2, tabela 4.2 **Tabela 4. 2**, ou seja resumindo, o edifício é classificado como sendo Tipo IV – Edifício do tipo “Escolares” da 3ª categoria de Risco.

4.8.3. DISTRIBUIÇÃO E LOCALIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE SCI

A sinalização iluminação e detecção de incêndio de acordo com o ponto 4.5.6, tabela 4.7, para um edifício de 3ª categoria terá a configuração 3, os equipamentos e sistemas de extinção de incêndios de acordo com a tabela 4.8, para um edifício de 3ª categoria obriga à instalação de meios de 1ª e 2ª intervenção, bem como um depósito sobrepessor que alimente as redes de extinção de incêndios, a distribuição e localização dos equipamentos de acordo com os pressupostos enunciados encontram-se nas peças desenhadas 1 e 2 do anexo IV.

4.8.4. DEFINIÇÃO DOS CAMINHOS DE EVACUAÇÃO

Em termos dos caminhos de evacuação, dada a arquitectura do edifício, ao nível do rés-do-chão a saída das salas de aula é feita directamente para o exterior para a zona do recreio, ao nível do primeiro piso, este dispõe de quatro vias de evacuação, três escadas e uma rampa de acesso ao piso 1, definidas nas peças desenhadas 3 e 4 do anexo IV.

4.8.5. DIMENSIONAMENTO DO DEPÓSITO PRIVATIVO DE SCI

O dimensionamento da capacidade do depósito, é conseguido através da expressão 4.1, no entanto, a instalação em causa não possui *sprinklers* nem cortinas de água, deste modo:

$$C = (Q + QH) \times T = (4 \times 4 \times 60 + 2 \times 20 \times 60) \times 90 = 302400l = 302,4 m^3 \quad (4.13)$$

4.8.6. DIMENSIONAMENTO DO GRUPO DE BOMBAGEM

O dimensionamento do Grupo de Bombagem, requer o dimensionamento do caudal das bombas principais bem como a pressão dinâmica. O caudal é calculado através da expressão 4.7, no entanto, dado que a instalação em causa não possui *sprinklers* nem cortinas de água, a expressão não irá conter esses parâmetros:

$$Q_n = (Q_2 + QH) \times 60 \times 10^{-3} = (4 \times 4 \times 60 + 2 \times 20 \times 60) \times 60 \times 10^{-3} \Leftrightarrow Q_n = 201,6 m^3/h \quad (4.14)$$

A pressão dinâmica segundo o ponto 4.7 vem que:

$$P_n = 250 + 350 + 150 \Leftrightarrow P_n = 750 kPa = 75mca$$

4.9. CONCLUSÃO

Em virtude do enunciado entende-se que o projeto de SCI garante as condições necessárias, quer para a prevenção, quer para o combate de incêndios, garantido a segurança das pessoas. Dada a categoria de risco do edifício este contempla meios de 1º e 2ª intervenção, depósito e grupo de bombagem na eventualidade da necessidade de uma resposta rápida e eficaz.

5. MEDIÇÕES E ORÇAMENTO

Na tabela seguinte é apresentado as medições e orçamento das três especialidades de projeto anteriormente enunciadas. Tendo sido contabilizados os equipamentos necessários para a elaboração dos mesmos.

Tabela 5. 1 Mapa de Medições e Orçamento

REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	UN.	QUANT. (PARCIAL)	QUANT. (TOTAL)	PREÇO (UNITÁRIO)	PREÇO (TOTAL)
1	INFRAESTRUTURAS ELÉTRICAS, DE APOIO À SEGURANÇA E DE TELECOMUNICAÇÕES					
1.1	INFRAESTRUTURAS ELÉTRICAS DE ALIMENTAÇÃO AO EDIFÍCIO					
1.1.1	Fornecimento, montagem, instalação de Portinhola P400 (Classe II), caixa de contador (Classe II) e caixa TI's (Classe II)	VG	1,00	1,00	273,93 €	273,93 €
1.1.2	Cabo de entrada entubado e enterrado entre Caixa de TI's e Quadro de Entrada (Q.E.), 7x(LXV 1x150) - 3xVDØ110/3xPEADØ110 (sendo 1 tubo de reserva), em vala com características regulamentares	ML	15,00	15,00	35,00 €	525,00 €
1.1.3	Abertura e tapamento de vala com características regulamentares	ML	7,00	7,00	12,00 €	84,00 €
1.1.4	Fornecimento e montagem de Caixas de Passagem de (0,6x0,6x0,8) m	UN	6,00	6,00	230,00 €	1.380,00 €
1.2	INFRAESTRUTURAS ELÉTRICAS E DE TELECOMUNICAÇÕES					
1.2.1	ILUMINAÇÃO NORMAL E EXTERIOR					
1.2.1.1	Aparelhos:					
1.2.1.1.1	PHILIPS TCS165 2xTL5-49W HFP M1 ou equivalente.	UN	136,00	136	107,00 €	14.552,00 €
1.2.1.1.2	PHILIPS TBS415 1xTL5-49W HFP A ou equivalente.	UN	52,00	52	191,00 €	9.932,00 €
1.2.1.1.3	PHILIPS TBS740 1xTL5C60W HFP ou equivalente	UN	25,00	25	361,00 €	9.025,00 €
1.2.1.1.4	PHILIPS TCS260 D/I 2xTL5-49W HFP, ou equivalente	UN	8,00	8	183,00 €	1.464,00 €
1.2.1.1.5	SQ 215 2x26W HF com aro em aço inox - IP20, da CLIMAR ou equivalente.	UN	97,00	97	102,00 €	9.894,00 €
1.2.1.1.6	Q 215 2x26W HF com aro em aço inox - IP55, da CLIMAR ou equivalente.	UN	116,00	116	107,50 €	12.470,00 €
1.2.1.1.7	Armadura tipo GSD 01 109 2x7W, da EEE ou equivalente.	UN	50,00	50	25,40 €	1.270,00 €
1.2.1.1.8	PHILIPS SRS421 1xSON-TPP70W TP P5	UN	25,00	25	610,00 €	15.250,00 €
1.2.1.1.9	PHILIPS DWP550 D/I 1xPL-C/2P26W	UN	2,00	2	178,00 €	356,00 €
1.2.1.1.10	PHILIPS MVP506 1xSON-TPP400W A25-NB	UN	8,00	8	629,00 €	5.032,00 €
1.2.1.1.10	PHILIPS BDS100 T25 1xLED32-2S/740 DRW	UN	28,00	28	761,00 €	21.308,00 €
1.2.1.2	Aparelhagem de comando:					
1.2.1.2.1	Detector de movimento, montagem saliente, ref. LS990 da JUNG ou equivalente	UN	68,00	68,00	41,70 €	2.835,60 €
1.2.1.2.2	Interruptor simples, série LS990 da JUNG/Casa das Lâmpadas ou equivalente.	UN	33,00	33,00	7,00 €	231,00 €
1.2.1.2.3	Comutador de lustre, IP44, série LS990 da JUNG/Casa das Lâmpadas ou equivalente.	UN	40,00	40,00	9,00 €	360,00 €
1.2.1.2.4	Comutador de escada simples, IP44, série LS990 da JUNG/Casa das Lâmpadas ou equivalente.	UN	2,00	2,00	7,00 €	14,00 €
1.2.1.2.5	Comutador de escada duplo, IP44, série PLEXO 55, da LEGRAND ou equivalente.	UN	6,00	6,00	8,00 €	48,00 €

REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	UN.	QUANT. (PARCIAL)	QUANT. (TOTAL)	PREÇO (UNITÁRIO)	PREÇO (TOTAL)
1.2.1.3	Canalizações:					
1.2.1.3,1	Cabo H1XV-U2x1,5, em tubo VD20	ML	140,00	140,00	1,74 €	243,60 €
1.2.1.3,2	Cabo H1XV-U3x1,5, em tubo VD20	ML	3660,00	3660,00	1,94 €	7.100,40 €
1.2.1.3,3	Cabo H1XV-U4G1,5, em tubo VD20	ML	130,00	130,00	2,10 €	273,00 €
1.2.1.3,4	Calha perfurada para caminho de cabos 150/25mm (Electricol)	ML	57,00	57,00	3,60 €	205,20 €
1.2.1.3,5	Calha perfurada para caminho de cabos 200/25mm (Electricol)	ML	40,00	40,00	4,34 €	173,60 €
1.2.1.3,6	Calha perfurada para caminho de cabos 50/25mm (Electricol)	ML	52,00	52,00	2,10 €	109,20 €
1.2.1.3,7	Fornecimento e montagem do cabo H1XV - U5G4/PEAD 50 em vala com características regulamentares.	ML	970,00	970,00	5,90 €	5.723,00 €
1.2.1.3,8	Fornecimento e montagem do cabo H1XV - U3G4/PEAD 50 em vala com características regulamentares.	ML	70,00	70,00	4,35 €	304,50 €
1.2.1.3,9	Abertura e tapamento de vala com características regulamentares para iluminação exterior.	ML	950,00	950,00	12,00 €	11.400,00 €
1.2.2	ILUMINAÇÃO DE SEGURANÇA					
1.2.2,1	Aparelhos:					
1.2.2,1,1	Bloco autônomo não permanente, autonomia 1 hora, LYRA 1FACE ref. 201.12.188 + KIT DE ENCASTRAR LYRA LR KT INC, da marca LINERGY com LED ou equivalente.	UN	69,00	69,00	210,00 €	14.490,00 €
1.2.2,1,2	Bloco autônomo permanente, autonomia 1 hora, LYRA 1FACE ref. 201.12.188 + KIT DE ENCASTRAR LYRA LR KT INC, da marca LINERGY com LED ou equivalente.	UN	5,00	5,00	230,00 €	1.150,00 €
1.2.2,1,3	Bloco autônomo permanente, encastrado, autonomia 1 hora LYRA 2FACES ref. BX LR28N10ABR/DDN + KIT DE ENCASTRAR LYRA LR KT INC, da marca LINERGY com LED ou equivalente. (DUPLA FACE)	UN	27,00	27,00	260,00 €	7.020,00 €
1.2.2,2	Canalizações:					
1.2.2,2,1	Cabo H1XV-U3G1,5	ML	540,00	540,00	1,74 €	939,60 €
1.2.2,2,2	Cabo H1XV-U2x1,5, a partir do telecomando	ML	620,00	620,00	1,94 €	1.202,80 €
1.2.3	TOMADAS DE USOS GERAIS/ ALIMENTAÇÃO A MÁQUINAS/ EQUIPAMENTOS					
1.2.3,1	Aparelhos:					
1.2.3,1,1	Tomadas monofásicas, tipo schuko, contactos laterais de terra em material plástico 16A/250v, com película, IP20, ref. LS 990 Creme da JUNG/Casa das Lâmpadas ou equivalente.	UN	532,00	532	5,77 €	3.069,64 €
1.2.3,1,2	Tomadas monofásicas, tipo schuko, contactos laterais de terra em material plástico 16A/250v, com película e com tampa, IP44, ref. LS 990 Creme da JUNG/Casa das Lâmpadas ou equivalente.	UN	29,00	29,00	11,32 €	328,28 €
1.2.3,1,3	Tomadas trifásicas CEI, conforme especificação técnica	UN	2,00	2,00	9,95 €	19,90 €
1.2.3,1,4	Caixa de potência com chave, classe II, com duas tampas tipo CEE, 32A (1 monofásica e 1 trifásica)	UN	2,00	2,00	30,00 €	60,00 €
1.2.3,1,5	Caixa para a ligação a Secador de Mãos (IP55 - Balneários com chuveiro)	UN	2,00	2,00	4,97 €	9,94 €
1.2.3,1,6	Caixa para a ligação a Secador de Mãos (IP20 - Instalações Sanitários)	UN	26,00	26,00	4,97 €	129,22 €
1.2.3,1,7	Caixa para ligação a máquinas, IP44, da LEGRAND ou equivalente.	UN	53,00	53,00	4,97 €	263,41 €
1.2.3,2	Canalizações:					
1.2.3,2,1	Cabo H1XV-U3G2,5, em tubo VD25, nas paredes, em roços.	ML	5725,00	5725,00	2,67 €	15.285,75 €
1.2.3,2,2	Cabo XG-U3G2,5, em tubo VD25, nas paredes (Cozinha).	ML	66,00	66,00	4,20 €	277,20 €
1.2.3,2,3	Cabo XG-U5G2,5, em tubo VD25, nas paredes (Cozinha).	ML	35,00	35,00	5,20 €	182,00 €
1.2.3,2,4	Cabo XG-U5G4, em tubo VD25, nas paredes (Cozinha).	ML	32,00	32,00	7,15 €	228,80 €
1.2.3,2,5	Cabo XG-U5G6, em tubo VD25, nas paredes (Cozinha).	ML	7,00	7,00	9,45 €	66,15 €
1.2.4	AR CONDICIONADO/TELAS/EQUIPAMENTOS WIRELESS E TV					
1.2.4,1	Caixa para ligações a cabos para telas e retroprojetores (nas salas de aulas, junto à mesa do professor).	UN	27,00	27,00	3,50 €	94,50 €
1.2.4,2	Caixa para ligação a Ar Condicionado	UN	48,00	48,00	4,97 €	238,56 €
1.2.4,3	Caixa para a ligação a Telas e Retroprojetores	UN	54,00	54,00	4,97 €	268,38 €
1.2.4,4	Tomadas monofásicas, tipo schuko, para equipamentos wireless, contactos laterais de terra em material plástico 16A/250v, com película, IP44, ref. LS 990 Creme da JUNG/Casa das Lâmpadas ou equivalente.	UN	14,00	14	5,77 €	80,78 €

REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	UN.	QUANT. (PARCIAL)	QUANT. (TOTAL)	PREÇO (UNITÁRIO)	PREÇO (TOTAL)
1.2.4,5	Tomadas monofásicas, tipo schuko, para equipamentos Tv, contactos laterais de terra em material plástico 16A/250v, com película, IP44, ref. LS 990 Creme da JUNG/Casa das Lâmpadas ou equivalente.	UN	33,00	33,00	5,77 €	190,41 €
1.2.4,6	Tomadas monofásicas, tipo schuko, para ATE/Bastidor, contactos laterais de terra em material plástico 16A/250v, com película, IP44, ref. LS 990 Creme da JUNG/Casa das Lâmpadas ou equivalente.	UN	9,00	9,00	5,77 €	51,93 €
1.2.5	REDE DE ALIMENTADORES					
1.2.5,1	Cabo de alimentação ao Quadro Salas 1 (Q.S1) (H1XV-R5G16)	ML	55,00	55,00	12,45 €	684,75 €
1.2.5,2	Cabo de alimentação ao Quadro Salas 2 (Q.S2) (H1XV-R5G10)	ML	50,00	50,00	7,99 €	399,50 €
1.2.5,3	Cabo de alimentação ao Quadro Salas 3 (Q.S3) (4x(H1XV-R1x25)+H1XV-R1G25)	ML	15,00	15,00	18,61 €	279,17 €
1.2.5,4	Cabo de alimentação ao Quadro Salas 4 (Q.S4) (H1XV-R5G16)	ML	53,00	53,00	12,45 €	659,85 €
1.2.5,5	Cabo de alimentação ao Quadro Cozinha (Q.CoZ) (H1XV-R5G25)	ML	105,00	105,00	18,61 €	1.954,05 €
1.2.5,6	Cabo de alimentação ao Quadro Ginásio (Q. Gin) (H1XV-R5G10)	ML	125,00	125,00	7,99 €	998,75 €
1.2.5,7	Cabo de alimentação ao Quadro Recepção (Q. Rec) (H1XV-R5G10)	ML	6,00	6,00	7,99 €	47,94 €
1.2.5,8	Cabo de alimentação ao Quadro Auditório (Q. Aud) (H1XV - U5G6)	ML	76,00	76,00	4,84 €	367,84 €
1.2.5,9	Cabo de alimentação ao Quadro Laboratório química / física (Q. LQF.) (H1XV-U5G6)	ML	92,00	92,00	4,84 €	445,28 €
1.2.5,10	Cabo de alimentação ao Quadro Área Técnica (Q. AT) (5xH1XV-R1x95)	ML	127,00	127,00	68,40 €	8.686,80 €
1,2,5,11	Cabo de alimentação ao Quadro AVAC (Q. AVAC) 4x(H1XV-R1x120)+H1XV-R1G120	ML	22,00	22,00	86,56 €	1.904,32 €
1,2,5,12	Cabo de alimentação ao Quadro UPS (Q.UPS) (H1XV-U5G6),	ML	25,00	25,00	4,84 €	121,00 €
1,2,6	QUADROS ELÉTRICOS					
1,2,6,1	Quadro de Entrada	UN	1,00	1,00	1.750,00 €	1.750,00 €
1,2,6,2	Quadro Salas 1	UN	1,00	1,00	1.650,00 €	1.650,00 €
1,2,6,3	Quadro Salas 2	UN	1,00	1,00	1.425,00 €	1.425,00 €
1,2,6,4	Quadro Salas 3	UN	1,00	1,00	1.225,00 €	1.225,00 €
1,2,6,5	Quadro Salas 4	UN	1,00	1,00	1.750,00 €	1.750,00 €
1,2,6,6	Quadro Cozinha	UN	1,00	1,00	875,00 €	875,00 €
1,2,6,7	Quando Ginásio	UN	1,00	1,00	1.250,00 €	1.250,00 €
1,2,6,8	Quadro Recepção	UN	1,00	1,00	2.150,00 €	2.150,00 €
1,2,6,9	Quadro Auditório	UN	1,00	1,00	525,00 €	525,00 €
1,2,6,10	Quadro Laboratório química / física	UN	1,00	1,00	375,00 €	375,00 €
1,2,6,11	Quadro Área Técnica	UN	1,00	1,00	250,00 €	250,00 €
1,2,6,12	Quadro UPS	UN	1,00	1,00	650,00 €	650,00 €
1,2,6,13	Quadro de AVAC (projeto de instalações mecânicas)	UN	0,00	0,00	0,00 €	0,00 €
1,2,6,14	Telecomando REST MODE, da marca LINERGY	UN	1,00	1,00	100,60 €	100,60 €
1,2,6,15	Botoneiras para corte de energia do tipo "MN" da "LEGRAND" ou equivalente	UN	4,00	4,00	65,00 €	260,00 €
1,2,6,16	Cabo XV-U2x1,5	ML	230,00	230,00	2,39 €	549,70 €
1,2,7	UPS					
1,2,7,1	UPS TRI-TRI, 20 KVA, com autonomia de mínima de 30 minutos, "ON-LINE-DUPLA CONVERSÃO" da ALFATRONICA ou equivalente.	UN	1,00	1,00	7.850,00 €	7.850,00 €
1,2,7,2	Cabo H1XV-U3G2,5, em tubo VD25 nas paredes.	ML	468,00	468,00	2,67 €	1.249,56 €
1,2,7,3	Tomadas monofásicas, tipo schuko, contactos laterais de terra em material plástico 16A/250v, com película, IP20, ref. LS 990 Creme da JUNG/Casa das Lâmpadas ou equivalente.	UN	9,00	9,00	5,77 €	51,93 €
1,2,7,4	Caixa de 18 módulos, encastrada no chão, ref. 89626, com 5 tomadas RJ45, ref. 78660, 3 tomadas de usos gerais e 3 tomadas de energia estabilizada, ref. 77214, da série MOSAIC da LEGRAND ou equivalente. (contabilizadas na secção de ITED)	UN	0,00	0,00	0,00 €	0,00 €
1,2,8	REDE DE TERRAS					
1,2,8,1	Eléktrods em piquet 2m ø14,2mm em aço cobreado de 250µm e respectivas ligações (valor inferior a 10ohms).	UN	4,00	4,00	149,14 €	596,56 €

REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	UN.	QUANT. (PARCIAL)	QUANT. (TOTAL)	PREÇO (UNITÁRIO)	PREÇO (TOTAL)
1,2,9	LIGAÇÕES EQUIPOTENCIAIS DE EQUIPAMENTOS CAPAZES DE SEREM ELECTRIZADOS (COZINHA)					
1,2,9,1	Ligações equipotenciais de todas as peças metálicas, incluindo tubagem, cabos, ligadores e todos os materiais necessários à boa execução e de forma que o sistema fique em funcionamento	VG	1,00	1,00	268,46 €	268,46 €
1,2,10	SISTEMA DE PROTECÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS E SISTEMA DE TERRAS					
1,2,10,1	Pára-Raios electrónico SISPREV da MECTEV ou equivalente, que engloba:	UN	1,00	1,00	2.366,39 €	2.366,39 €
1,2,10,2	- 1 Mastro para pára-raios;					
1,2,10,3	- 1 Conjunto de Fixação;					
1,2,10,4	- 50 Varões Cobre 8M/M;					
1,2,10,5	- 60 Braçadeiras para varão;					
1,2,10,6	- 1 Calha de protecção - 2 metros					
1,2,10,7	- 1 Ligador amovível					
1,2,10,8	- 1 Piquet de terra					
1,2,10,9	- 1 Brac. Terra					
1,2,11	INFRAESTRUTURAS DE TELECOMUNICAÇÕES E RÁDIO/TV					
1,2,11,1	TELEFONES / INFORMÁTICA:					
1,2,11,1,1	Aparelhos:					
1,2,11,1,1,1	Central telefónica a instalar na recepção, equipada para 4 linhas exteriores e 36 extensões da marca ALCATEL ou equivalente.	UN	1,00	1,00	1.300,00 €	
1,2,11,1,1,2	Telefones analógicos, ref. Temporis, da ALCATEL ou equivalente.	UN	24,00	24,00	32,81 €	1.300,00 €
1,2,11,1,1,3	Telefones digitais, ref. 4029, da ALCATEL ou equivalente.	UN	4,00	4,00	137,21 €	787,44 €
1,2,11,1,1,4	Armário Bastidor 42U 600x600 (com espaço p/ 30 unidades de rádio/Tv), ref. 33296.	UN	5,00	5,00	1.019,88 €	548,84 €
1,2,11,1,1,5	Painel 48 RJ45 UTP 1U Voz, ref. 32705.	UN	2,00	2,00	261,38 €	5.099,40 €
1,2,11,1,1,6	Painel para Blocos UTP 1U Voz, ref. 32706.	UN	6,00	6,00	38,50 €	522,76 €
1,2,11,1,1,7	Bloco 8RJ45 para Voz, ref. 32704.	UN	2,00	2,00	55,46 €	231,00 €
1,2,11,1,1,8	Painel 24RJ Cat6 UTP 1U, ref. 32700.	UN	16,00	16,00	217,38 €	110,92 €
1,2,11,1,1,9	Painel para fios 2 eixos 1U c/ Brac., ref. 33256.	UN	8,00	8,00	31,72 €	3.478,08 €
1,2,11,1,1,10	Placa + 2 Ventiladores Larg. 600, ref. 34819.	UN	2,00	2,00	164,00 €	253,76 €
1,2,11,1,1,11	Termostato 12/260V 10A, ref. 34848.	UN	2,00	2,00	45,32 €	328,00 €
1,2,11,1,1,12	Prateleira fixa 1U Prof. 300, ref. 33228.	UN	2,00	2,00	39,46 €	90,64 €
1,2,11,1,1,13	Bloco Alim. 6x2P+T+Disj. 2P 16A, ref. 33238.	UN	2,00	2,00	121,52 €	78,92 €
1,2,11,1,1,14	Chicote RJ45 CAT6 UTP 1,0M, ref. 51772.	ML	332,00	332,00	7,18 €	243,04 €
1,2,11,1,1,15	Chicote RJ45 CAT6 UTP 2,0M, ref. 51773.	ML	332,00	332,00	9,23 €	2.383,76 €
1,2,11,1,1,16	Bloco Difusão Vídeo 4 Conector, ref. 32733.	UN	16,00	16,00	34,80 €	3.064,36 €
	NOTA: Equipamentos da marca LEGRAND ou equivalente.					556,80 €
1,2,11,1,2	Rede de Distribuição de Cablagem de Cobre:					
1,2,11,1,2,1	Equipamentos:					
1,2,11,1,2,1,1	Caixa de 18 módulos, encastrada no chão, ref. 89626, com 5 tomadas RJ45, ref. 78660 e 3 tomadas de energia estabilizada, 3 tomadas de usos gerais, ref. 77214, da série MOSAIC da LEGRAND ou equivalente.	UN	27,00	27,00	144,68 €	3.906,36 €
1,2,11,1,2,1,2	Tomadas RJ45/Cat6 UTP 2 Saídas	UN	184,00	184,00	12,50 €	2.300,00 €
1,2,11,1,2,2	Canalizações:					
1,2,11,1,2,2,1	Cabo UTP 4x2x0,5mm2, Cat 6, em caminho de cabos.	ML	6000,00	6000,00	0,84 €	5.040,00 €
1,2,11,1,2,2,2	Cabo UTP 4x2x0,5mm2, Cat 6, em tubo VD25, em roços nas paredes.	ML	2550,00	2550,00	2,30 €	5.865,00 €
1,2,11,1,2,2,3	Tubo VD32 de alimentação às caixas encastradas no chão (telecomunicações e energia estabilizada)	ML	150,00	150,00	2,50 €	375,00 €
1,2,11,1,2,2,4	Cabo UTP 4x2x0,5mm2, Cat 6, em tubo VD32 já contabilizado.	ML	1750,00	1750,00	1,20 €	2.100,00 €

REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	UN.	QUANT. (PARCIAL)	QUANT. (TOTAL)	PREÇO (UNITÁRIO)	PREÇO (TOTAL)
1,2,11,1,2,2,5	Cabo de fibra óptica de 4 fibras OS1/OF-300, em tubo VD 50 (interligação entre ATE e Bastidores)	ML	230,00	230,00	12,00 €	2.760,00 €
1,2,11,1,2,2,6	Conjunto cabo VGA (10 m) e caixa de ligação tipo C1	VG	27,00	27,00	375,00 €	10.125,00 €
	NOTA: Material da marca LEGRAND ou equivalente ou equivalente.					
1,2,11,2	RÁDIO/TELEVISÃO/SATÉLITE					
1,2,11,2,1	Recepção de 4 Canais Terrestres, TDT e FM:					
1,2,11,2,1,1	Antena FM - Circular, ref. 1201	UN	1,00	1,00	25,02 €	25,02 €
1,2,11,2,1,2	Antena BIII - C5-12/9E, ref. 1291.	UN	1,00	1,00	44,73 €	44,73 €
1,2,11,2,1,3	Torre 180 SE RPR - Superior c/ aro 2,5m, ref. 3015.	UN	1,00	1,00	106,81 €	106,81 €
1,2,11,2,1,4	Base Torre plana - 180 SE, ref. 3020.	UN	1,00	1,00	18,14 €	18,14 €
1,2,11,2,1,5	Mastro Vermelho 45x3000x2mm, ref. 3075.	UN	1,00	1,00	30,92 €	30,92 €
1,2,11,2,1,6	Carga adaptadora 75 Ω F, ref. 4058.	UN	4,00	4,00	0,94 €	3,76 €
1,2,11,2,1,7	Conector Compressão para T100 - F, ref. 4104.	UN	10,00	10,00	0,61 €	6,10 €
1,2,11,2,1,8	Conector F com Protecção Intempérie, ref. 4306.	UN	6,00	6,00	1,06 €	6,36 €
1,2,11,2,1,9	Descarregador de Sobre tensões Coaxial, ref. 4947.	UN	3,00	3,00	52,89 €	158,67 €
1,2,11,2,1,10	Caixilho subrack, ref. 5301.	UN	1,00	1,00	96,81 €	96,81 €
1,2,11,2,1,11	Ponte F rápido, ref. 5074.	UN	8,00	8,00	3,03 €	24,24 €
1,2,11,2,1,12	Amplificador T03 - FM G.50 dB Vs 114 dBμV, ref. 5082.	UN	1,00	1,00	72,53 €	72,53 €
1,2,11,2,1,13	Amplificador T03 - BIII G.50 dB Vs 123 dBμV, ref. 5083.	UN	1,00	1,00	78,33 €	78,33 €
1,2,11,2,1,14	Amplificador T03 - TDT G.57 dB Vs 111 dBμV, ref. 5086.	UN	4,00	4,00	78,33 €	313,32 €
1,2,11,2,1,15	Fonte de alimentação T03 Comutada 2400mA / 24V, ref. 5498.	UN	1,00	1,00	126,64 €	126,64 €
1,2,11,2,1,16	Antena UHF DAT HD BOSS (Individual), ref. 149501.	UN	1,00	1,00	63,53 €	63,53 €
1,2,11,2,1,17	Cabo coaxial T-100 Plus ITED NQ2b EN50117-6 16PrC 1.13/4.8 Class A 3GHz-Preto, ref. 215501.	ML	100,00	100,00	0,90 €	90,00 €
1,2,11,2,1,18	Conector Coaxial Angular - F Rápido blind. 9,5mm Ø, ref. 413401.	UN	6,00	6,00	1,26 €	7,56 €
	NOTA: Material da marca TELEVÉS ou equivalente.					
1,2,11,2,2	Amplificação CATV (Entrada do Operador):					
1,2,11,2,2,1	Central Amp. Linha (47-860 MHz) - Kompact SCATV 5-65 Híbrido, ref. 451201.	UN	1,00	1,00	392,24 €	392,24 €
1,2,11,2,2,2	Gavetas para Bastidor, ref. 9998.	UN	1,00	1,00	45,33 €	45,33 €
	NOTA: Material da marca TELEVÉS ou equivalente.					
1,2,11,2,3	Rede de Distribuição:					
1,2,11,2,3,1	Cabo coaxial T-100 Plus LSFH ITED NQ2b EN 50117-5 16VRc 1.13/4.8 Class A 3GHz - B, ref. 215101.	ML	1800,00	1800,00	1,11 €	1.998,00 €
1,2,11,2,3,2	Carga adaptadora 75Ω F, ref. 4058.	UN	40,00	40,00	0,94 €	37,60 €
1,2,11,2,3,3	Carga adaptadora 75Ω Easy-F (c/ bloqueio c.c), ref. 4087.	UN	2,00	2,00	1,34 €	2,68 €
1,2,11,2,3,4	Conector Compressão para T-100 - F, ref. 4104.	UN	50,00	50,00	0,61 €	30,50 €
1,2,11,2,3,5	Ponte curva de 48mm, ref. 4211.	UN	56,00	56,00	3,33 €	186,48 €
1,2,11,2,3,6	Derivador Interior 4D .	UN	9,00	9,00	15,56 €	140,04 €
1,2,11,2,3,7	Repartidor Interior 4 direções	UN	5,00	5,00	16,67 €	83,35 €
1,2,11,2,3,8	Tomada Separadora - Global TV-FM-DADOS/SAT ITED, ref. 5250.	UN	33,00	33,00	8,35 €	275,55 €
1,2,11,2,3,9	Painel Multi ATI /RG-CC, ref. 5307.	UN	5,00	5,00	44,41 €	222,05 €
1,2,11,2,3,10	Central Amp. Linha (5-860 MHz) + (950-2150 MHz) - Kompact, ref. 5398.	UN	1,00	1,00	340,27 €	340,27 €
1,2,11,2,3,11	Derivador Interior 2D Tipo A - Easy F (5-2400 MHz), ref. 5425.	UN	5,00	5,00	11,82 €	59,10 €
1,2,11,2,3,12	Central Amp. Linha (47-860 MHz) - Kompact SCATV 5-65 Híbrido, ref. 451201.	UN	1,00	1,00	392,24 €	392,24 €
	NOTA: Material da marca TELEVÉS ou equivalente.					
1,2,12	TESTES E CERTIFICAÇÕES					

REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	UN.	QUANT. (PARCIAL)	QUANT. (TOTAL)	PREÇO (UNITÁRIO)	PREÇO (TOTAL)
1,2,12,1	Testes e certificações das instalações elétricas e de telecomunicações após elaboração de telas finais.	VG	1,00	1,00	1.800,00 €	1.800,00 €
	TOTAL PARCIAL					280.029,71 €
2	INSTALAÇÕES DE SEGURANÇA					
2.1	SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETECÇÃO DE INCÊNDIO					
2,1,1	Central de Detecção de Incêndio Júnior V4-1, da CARFOGO ou equivalente.	UN	1,00	1,00	650,00 €	650,00 €
2,1,2	Detector óptico de fumos GFE-AD-SL, da CARFOGO ou equivalente.	UN	72,00	72,00	44,00 €	3.168,00 €
2,1,3	Detetor termovelocimétrico GFE-H-2 da CARFOGO ou equivalente.	UN	2,00	2,00	53,00 €	106,00 €
2,1,4	Botoneiras com tampa GFE-MCPA, da CARFOGO ou equivalente.	UN	21,00	21,00	38,00 €	798,00 €
2,1,5	Sirenes de alarme de incêndio interiores Vulcan Wsa, da CARFOGO ou equivalente.	UN	1,00	1,00	48,00 €	48,00 €
2,1,6	Sirene exterior MARTIM RR, da CARFOGO ou equivalente.	UN	1,00	1,00	49,00 €	49,00 €
2.2	EQUIPAMENTOS DE PREVENÇÃO, ATAQUE E SINALÉTICA					
2,2,1	Equipamentos:					
2,2,2	Extintor de Pó Seco, ABC, 6Kg, da EXFAEX ou equivalente.	UN	27,00	27,00	27,14 €	732,78 €
2,2,3	Manta Ignífuga, da CARFOGO ou equivalente.	UN	3,00	3,00	75,00 €	225,00 €
2,2,4	Bocas-de-incêndio, com mangueira extensível de 25 metros, com caixa do tipo "NOHA" ou equivalente, modelo 31A-25 (cód. 555111), dim. 1105x795x230 mm, com frente em inox.	UN	16,00	16,00	373,40 €	5.974,40 €
2,2,5	Botão de corte de energia	UN	2,00			
2,2,6	Plantas de Emergência	UN	14,00	14,00	130,00 €	1.820,00 €
2,2,7	Marco-de-Água	UN	3,00	3,00	225,00 €	675,00 €
2,2,8	Bocas-de-incêndio tipo teatro	UN	16,00	16,00	400,00 €	6.400,00 €
2,2,9	Boca de alimentação siamesa	UN	2,00	2,00	485,00 €	970,00 €
2,2,10	Depósito de SCI	UN	1,00	1,00	52.200,00 €	52.200,00 €
2,2,11	Central de bombagem SCI	UN	1,00	1,00	25.000,00 €	25.000,00 €
2,2,10	Sinalética:					
2,2,11	De extintores	UN	27,00	27,00	2,50 €	67,50 €
2,2,12	de Manta Ignífuga	UN	3,00	3,00	2,50 €	7,50 €
2,2,13	De boca-de-incêndio/Carretel	UN	16,00	16,00	2,50 €	40,00 €
2,2,14	De boca-de-incêndio/Teatro	UN	16,00	16,00	2,50 €	40,00 €
2,2,15	De botão de alarme	UN	21,00	21,00	2,50 €	52,50 €
2,2,16	Corte de energia	UN	2,00	2,00	2,50 €	5,00 €
2,2,17	Central de Detecção de Incêndio	UN	1,00	1,00	2,50 €	2,50 €
2.3	REDES DE ALIMENTAÇÃO AOS SISTEMAS DE DETECÇÃO DE INCÊNDIO.					
2,3,1	Sistema de Detecção de Incêndio					
2,3,1,1	JY(st)Y 4x2x0,8 (cabo resistente ao fogo), em tubo V20, em caminhos de cabos/tectos falsos.	ML	960,00	960,00	0,89 €	854,40 €
	TOTAL PARCIAL					99.885,58 €
	TOTAL GERAL					379.915,29 €

6. CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS

A realização deste projeto permitiu perceber a complexidade na elaboração dos projetos das especialidades apresentadas, dada a diferente legislação que cada projeto tem de obedecer, sem nunca esquecer a interligação e complementaridade dos mesmos.

A concretização deste projeto revelou-se uma tarefa complexa e difícil, uma vez que, foi necessário atender a diversos aspectos em simultâneo das diversas especialidades.

Antes de mais foi necessário analisar toda a legislação vigente, seguindo-se da análise específica sobre edifícios escolares, o que permitiu conhecer e compreender o enquadramento legal Nacional das diversas especialidades.

Dada a importância do aspecto económico na execução de uma obra, também houve a necessidade de aprofundar conhecimentos relativamente aos materiais existentes no mercado, com o objectivo de conseguir estabelecer a melhor relação possível entre a qualidade e o preço, o que permitiu um melhor conhecimento dos princípios de funcionamento da aparelhagem e desenvolvimento das capacidades de selecção dos diversos equipamentos.

Os objectivos propostos inicialmente foram cumpridos, os projetos das especialidades de Instalações Elétricas, ITED e SCI foram executados, bem como, o mapa de medições e orçamento.

Como trabalho futuro, é possível complementar o edifício com o desenvolvimento de projetos de outras especialidades, como por exemplo, segurança contra intrusão, som ambiente, domótica e AVAC. Além do mais, o desenvolvimento dos projetos das diversas especialidades pode ser desenvolvido em outro tipo de edifícios com utilizações específicas, como é o caso de hospitais, unidades de cuidados continuados e lares de idosos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão, Diário da República, 1ª série- nº175, Portaria nº949-A/2006, de 11 Setembro, 6682- (2) – 6682- (191).

Policabos (2013) - http://www.policabos.pt/fotos/editor2/IP_CLASSES_PROTECCAO.pdf, POLICABOS - Soluções Técnicas de Condutores S.A., Sintra.

Prof2000 (2013) - <http://www.prof2000.pt/users/lpa/%C3%8Dndice%20de%20protec%C3%A7%C3%A3o.pdf>, Programa prof2000, Portugal.

Hensel (2013) - http://ihensel-electric.de/wEnglisch/produkte/media/images/PDF_Link/ik_code_tech_info_uk.pdf; Technical data IK code;

DGGE (2006) - Direcção Geral de Geologia e Energia, 2006, *Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão*, 1ª Edição Anotada, CERTIEL, Lisboa.

Gepowercontrols (2013) - http://www.gepowercontrols.com/pt/resources/literature_library/catalogs/downloads/47586-cat_RESI_POR_TB.pdf, GE Industrial Solutions.

MP:IT (2009) – Programa de Modernização das Escolas do Ensino Secundário, MANUAL DE PROJETO :INSTALAÇÕES TÉCNICAS, Lisboa.

Dialux (2011) - <http://www.dial.de>, DIALux Version 4.9 (2011), *The Software Standard for Calculating Lighting Layouts, User Manual*.

jsl-online (2013a) - http://www.jsl-online.net/Imgs/content/page_6/catalogo2013_2014_jsl.pdf, Catálogo 2013/2014, JSL- Material electric S.A., Queluz.

Manual ITED 2ª Edição, “ *Prescrições e Especificações Técnicas das Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios*”, 2ª Edição, Anacom, Portugal, 2009.

jsl-online (2013b) - http://www.jsl-online.net/Imgs/content/page_269/serie_matrix_web.pdf, Catálogo ITED 2010/2011.JSL- Material electric S.A., Queluz.

Unex (2013) - <http://www.unex.net/Ited/Documentos/Monogr%C3%A1fico%20As%20calhas%20Unex%20nas%20ITED-Julho10.pdf>, As calhas Unex nas ITED, UNEX, Lisboa.

Miguel, Marco; Silvano, Pedro; (2010); *Regulamento de segurança em tabelas*; Fábrica das Letras; Lisboa.

ANPC (2011a) – Autoridade Nacional de Protecção Civil; *Segurança Contra Incêndios – Nota Técnica nº 1 Utilizações Tipo – Edifícios e Recintos*; Lisboa; 2011.

ANPC (2011b) – Autoridade Nacional de Protecção Civil; *Segurança Contra Incêndios – Nota Técnica nº 5 Locais de Risco*; Lisboa; 2011.

ANPC (2011c) – Autoridade Nacional de Protecção Civil; *Segurança Contra Incêndios – Nota Técnica nº 6 Categorias de Risco*; Lisboa; 2011.

ANPC (2011d) – Autoridade Nacional de Protecção Civil; *Segurança Contra Incêndios – Nota Técnica nº 12 Sistemas Automáticos de Detecção de Incêndio*; Lisboa; 2011.

ANPC (2011e) – Autoridade Nacional de Protecção Civil; *Segurança Contra Incêndios – Nota Técnica nº 11 Sinalização de Segurança*; Lisboa; 2011.

ANPC (2011f) – Autoridade Nacional de Protecção Civil; *Segurança Contra Incêndios – Nota Técnica nº 14 Fontes abastecedoras de água para o serviço de incêndios*; Lisboa; 2011.

ANPC (2011g) – Autoridade Nacional de Protecção Civil; *Segurança Contra Incêndios – Nota Técnica nº 15 Centrais de Bombagem para o serviço de incêndios*; Lisboa; 2011.

ANEXO I**PROJETO ELÉCTRICO**

PE1	Termo de Responsabilidade
PE2	Memória descritiva
PE3	Cálculos Luminotécnicos – Salas de Aula
PE4	Cálculos Luminotécnicos – Laboratório
PE5	Cálculos Luminotécnicos – Auditório
PE6	Cálculos Luminotécnicos – Exterior
PD1	Iluminação Normal – Rés-do-chão
PD2	Iluminação Normal – Piso 1
PD3	Iluminação Segurança – Rés-do-chão
PD4	Iluminação Segurança – Piso 1
PD5	Iluminação Exterior
PD6	Tomadas de Alimentação a Equipamentos – Rés-do-chão
PD7	Tomadas de Alimentação a Equipamentos – Piso 1
PD8	Tomadas de Uso Geral – Rés-do-chão
PD9	Tomadas de Uso Geral – Piso 1
PD10	Rede UPS – Rés-do-chão
PD11	Rede UPS – Piso 1
PD12	Rede de Alimentadores / Classificação de Locais – Rés-do-chão
PD13	Rede de Alimentadores / Classificação de Locais – Piso 1
PD14	Diagrama de Quadros
PD15	Quadro de Entrada
PD16	Quadro da Recepção
PD17	Quadro Salas 1
PD18	Quadro Salas 2
PD19	Quadro Salas 3
PD20	Quadro Salas 4
PD21	Quadro Área Técnica
PD22	Quadro Laboratório de Química e Física
PD23	Quadro Auditório
PD24	Quadro Ginásio
PD25	Quadro Cozinha
PD26	Quadro da UPS

ANEXOII

PROJETO ITED

PE1	Termo de Responsabilidade
PE2	Memória descritiva
PE3	Cálculos Atenuações
PD1	Implantação Rede de Tubagens e Caixas (Par de cobre) - Rés-do-chão
PD2	Implantação Rede de Tubagens e Caixas (Par de cobre) – Piso 1
PD3	Implantação Rede de Tubagens e Caixas (Coaxial e Fibra óptica) - Rés-do-chão
PD4	Implantação Rede de Tubagens e Caixas (Coaxial e Fibra óptica) – Piso 1
PD5	Rede de Tubagens (Par de Cobre) - Rés-do-chão
PD6	Rede de Tubagens (Par de Cobre) – Piso 1
PD7	Rede de Tubagens (Coaxial e Fibra óptica) - Rés-do-chão
PD8	Rede de Tubagens (Coaxial e Fibra óptica) – Piso 1
PD9	Rede de Cabos Par de Cobre
PD10	Rede de Cabos Coaxiais
PD11	Rede de Cabos Fibra Óptica
PD12	Rede de Terras

ANEXOIII

PROJETO SCI

PE1	Termo de Responsabilidade
PE2	Memória descritiva
PD1	Detecção de Incêndios / Localização dos Equipamentos de Segurança – Rés-do-chão
PD2	Detecção de Incêndios / Localização dos Equipamentos de Segurança – Piso1
PD3	Iluminação de Segurança / Caminhos de Evacuação – Rés-do-chão
PD4	Iluminação de Segurança / Caminhos de Evacuação – Piso 1