U.PORTO

FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA UNIVERSIDADE DO PORTO

CONTROLO DE FUMOS
EVOLUÇÃO E TENDÊNCIAS

BÁRBARA EMÍLIA DA SILVA SANTOS GOMES PINHAL

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de

MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES

Professor Doutor João Lopes Porto

JANEIRO DE 2010

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2009/2010

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

http://www.fe.up.pt

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2009/2010 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2009*.

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respectivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão electrónica fornecida pelo respectivo Autor.

A meus Pais e Amigos

Strive for perfection in everything you do. Take the best that exists and make it better. When it does not exist, design it.

Sir Henry Roice

AGRADECIMENTOS

A execução desta tese não teria possível sem a preciosa ajuda do meu orientador, o Professor João Lopes Porto, a quem agradeço toda a disponibilidade e paciência demonstradas e o bom humor com que temperou as reuniões de discussão da tese.

Agradeço em especial:

Ao Engenheiro Bruno Ferreira e ao Arquitecto Marcos César Teixeira pela cedência do seu projecto, utilizado na aplicação prática deste trabalho.

Ao Bruno Brito e à Carolina Trigo pela companhia e ajuda inesquecíveis durante a elaboração e revisão deste trabalho, momentos únicos de trabalho e alegria.

Ao Pedro Cerqueira, meu "parceiro de tese".

RESUMO

Os incêndios são responsáveis por grandes perdas materiais e, ainda mais importante, pela perda de vidas humanas.

A utilização de sistemas de controlo de fumos tem um impacto significativo na diminuição destas perdas, uma vez que a eficiente actuação destes meios contribui para que os fumos e gases tóxicos sejam encaminhados para o ambiente exterior, libertando os caminhos de evacuação e garantindo, assim, uma melhor hipótese de fuga para as pessoas que se encontrem no interior do edifício e também melhores condições de combate de incêndio para os bombeiros.

Em face disto, a tese que aqui se expõe visa abordar os conceitos da segurança contra incêndio em edifícios e, em particular, do controlo de fumos, bem como a estrutura e conteúdos das regulamentações que lhe são inerentes, e, ainda, focar os equipamentos e meios técnicos utilizados, actualmente, no âmbito do controlo de fumos.

Este trabalho tem, assim, como principal objectivo, a recolha de informação sobre o controlo de fumos, a compreensão do funcionamento dos sistemas actuais e das características de selecção dos meios adequados a cada caso. Após isto, faz-se uma aplicação simplificada da informação recolhida, a uma Casa de Saúde da Santa Casa da Misericórdia.

PALAVRAS-CHAVE: controlo de fumos, evolução, protecção, segurança, regulamentos.

ABSTRACT

The fires are responsible for material damage and, more importantly, for the loss of human lives.

The use of smoke control systems has a significant impact in reducing these losses, since the efficient performance of these resources helps conveying the smoke and toxic gases to the outside, improving the quality of the breathable air in the escape routes, and thereby ensures a better chance of escape for people who are inside the building and also better working conditions for the fire-fighters.

Therefore, this thesis is intended to address the concepts of fire safety in buildings and, in particular, those related to smoke control. This work will include an analysis of the structure and contents of the regulations governing fire safety in buildings, specially the matters concerning smoke control, and will also focus on the equipment and technical means currently used, in this field of expertise.

This work thus has as its principal objective the collection of information on smoke control, understanding the operation of current systems and the characteristics used for selecting the appropriate one for each case. After this, there will be a small and simplified application of the information collected at a rest home of the Santa Casa da Misericórdia .

KEYWORDS: smoke control, evolution, protection, safety, regulations.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS i

RESUMO iii

ABSTRACT v

1. INTRODUÇÃO 1

1.1. ENQUADRAMENTO 1

1.2. OBJECTIVOS 2

1.3. ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO 2

2. CONCEITOS GERAIS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS 3

2.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS 3

2.2. DEFINIÇÕES DE CONCEITOS GERAIS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO 3

2.2.1. COMBUSTÃO 3

2.2.2. A COMBUSTÃO EM FUNÇÃO DO COMBUSTÍVEL 4

2.2.2.1. Combustão de Sólidos 4

2.2.2.2. Combustão de Líquidos 4

2.2.2.3. Combustão de Gases 6

2.2.3. PRODUTOS RESULTANTES DA COMBUSTÃO 6

2.2.3.1. Generalidades 6

2.2.3.2. Fumos 7

2.2.4. TOXICIDADE DOS GASES LIBERTADOS DURANTE A COMBUSTÃO 9

2.2.4.1. Monóxido de Carbono (CO) 10

2.2.4.2. Dióxido de Carbono (CO_2) 10

2.2.4.3. Ácido Cianídrico (HCN) 11

2.2.4.4. Ácido Clorídrico (HCl) 11

2.2.4.5. Dióxido de Enxofre (SO_2) 11

2.2.4.6. Amoníaco (NH_3) 11

2.3. A FENOMENOLOGIA DO FOGO 12

2.3.1. PROPAGAÇÃO E TRANSMISSÃO DO CALOR 12

2.3.1.1. Condução 12

2.3.1.2. Convecção ... 13
2.3.1.3. Radiação ... 13
2.3.2. Causas e Desenvolvimento de um Incêndio ... 13
2.3.2.1. Condições Gerais para a Ocorrência de um Incêndio ... 13
2.3.2.2. Fases de Desenvolvimento de um Incêndio ... 15
2.3.3. Curvas Temperatura-Tempo ... 16
2.3.4. Carga de Incêndio de um Compartimento ... 19
2.3.5. Densidade de Carga de Incêndio Modificada ... 19
2.3.5.1. Cálculo da Carga de Incêndio Modificada: Método Determinístico ... 20
2.3.5.2. Cálculo da Carga de Incêndio Modificada: Método Probabilístico ... 20
2.3.5.3. Totalidade da Utilização-Tipo no Cálculo da Carga de Incêndio Modificada ... 21

3. CONCEITOS GERAIS DE CONTROLO DE FUMOS ... 23
3.1. Considerações Gerais ... 23
3.2. Definições de Conceitos de Controlo de Fumos ... 24
3.2.1. Conceitos Gerais ... 24
3.2.2. Conceitos Definidos na Regulamentação ... 25
3.3. Objectivos e Necessidade do Controlo de Fumos ... 26
3.4. Efeitos Sentidos durante o Incêndio ... 27
3.4.1. Efeito de Impulsão ... 27
3.4.2. Efeito de Chaminé ... 29
3.4.3. Efeito de Expansão ... 30
3.4.4. Efeito da Acção do Vento ... 31
3.5. Processos de Controlo de Fumos ... 32
3.5.1. Considerações Gerais ... 32
3.5.2. Métodos de Controlo de Fumos ... 33
3.5.2.1. Método Natural-Natural ... 33
3.5.2.2. Método Mecânico-Mecânico ... 35
3.5.2.3. Método Natural-Mecânico ... 35
3.5.2.4. Método Mecânico-Natural ... 35
3.5.3. Aplicação de Sistemas de Controlo de Fumos ... 36
3.6. Controlo de Fumos em Espaços Específicos ... 37
3.6.1. Pátios Interiores ... 37

3.6.2. COZINHAS 39
3.7. CONTROLO DE FUMOS EM VIAS DE EVACUAÇÃO 39
3.7.1. VIAS HORIZONTAIS 39
3.7.1.1. Desenfumagem Passiva 39
3.7.1.2. Desenfumagem Activa 42
3.7.1.3. Sobrepressão 43
3.7.2. VIAS VERTICAIS 43
3.7.2.1. Desenfumagem Passiva 43
3.7.2.2. Sobrepressão 45
3.7.3. CONTROLO DE FUMOS EM EDIFÍCIOS DE GRANDE ALTURA 49

4. LEGISLAÇÃO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO 51
4.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS 51
4.1.1. CONTEXTO INTRODUTÓRIO 51
4.1.2. ANTIGA REGULAMENTAÇÃO 51
4.1.3. NOVA REGULAMENTAÇÃO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS 53
4.2. REGIME JURÍDICO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS 54
4.2.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS 54
4.2.1.1. Âmbito 55
4.2.1.2. Utilizações-Tipo (UT's) 56
4.2.1.3. Produtos de Construção 57
4.2.1.4. Locais de Risco 59
4.2.1.5. Categorias e Factores de Risco 60
4.2.1.6. Perigosidade Atípica 61
4.3. REGULAMENTO TÉCNICO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS 62
4.3.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS 62
4.3.2. EFECTIVO 62
4.3.3. CONTROLO DE FUMO 63
4.3.3.1. Considerações Gerais 63
4.3.3.2. Âmbito e Métodos de Controlo de Fumo 63
4.3.3.3. Exigências de Estabelecimento 64
4.3.3.4. Instalações de Desenfumagem Passiva 65
4.3.3.5. Instalações de Desenfumagem Activa 65

4.3.3.6. Controlo de Fumo nos Pátios Interiores e Pisos ou Vias Circundantes e Controlo de Fumo nos Locais Sinistrados 66
4.3.3.7. Controlo de Fumo nas Vias Horizontais de Evacuação 66
4.3.3.8. Controlo de Fumo nas Vias Verticais de Evacuação 68
4.3.4. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS DE CONTROLO DE FUMO 70

5. EQUIPAMENTOS E MEIOS DE CONTROLO DE FUMO 73
5.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS 73
5.2. BARREIRAS DE CANTONAMENTO 73
5.3. EXUTORES DE FUMO 77
5.4. VÃOS DE FACHADA 80
5.5. BOCAS DE TRANSFERÊNCIA DE AR 81
5.6. CONDUTAS DE AR E FUMO 83
5.7. INSUFLADORES DE AR E EXTRACTORES DE FUMO 84

6. APLICAÇÃO PRÁTICA – PROJECTO 87
6.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS 87
6.2. MEMÓRIA DESCRITIVA 87
6.2.1. CONTEXTO 87
6.2.2. MORFOLOGIA DA UNIDADE DE CUIDADOS CONTINUADOS 88
6.2.3. ASPECTOS REGULAMENTARES 90
6.3. APLICAÇÃO DA REGULAMENTAÇÃO ANTIGA 92
6.3.1. CLASSIFICAÇÃO DO LOCAL DE RISCO 92
6.3.2. EFECTIVO TOTAL DO EDIFÍCIO 93
6.3.3. CRITÉRIOS DE SEGURANÇA 93
6.3.4. CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS INSTALAÇÕES 95
6.3.5. INSTALAÇÕES DE DESENFUMAGEM PASSIVA 97
6.3.6. CONTROLO DE FUMOS EM VIAS DE EVACUAÇÃO 98
6.3.7. NOTAS FINAIS 99
6.3.8. PROJECTO FINAL SEGUNDO A ANTIGA REGULAMENTAÇÃO 100
6.4. APLICAÇÃO DA NOVA REGULAMENTAÇÃO 106
6.4.1. CLASSIFICAÇÃO DO RISCO E DA CATEGORIA DE RISCO DO LOCAL 106
6.4.1.1. Altura da utilização-tipo 107

6.4.1.2. Efectivo 107
6.4.1.3. Efectivo do Local do Tipo D 107
6.4.1.4. Saída Independente 107
6.4.1.5. Categoria de Risco 107
6.4.2. CONTROLO DE FUMO 108
6.4.2.1. Instalações de Desenfumagem Passiva 108
6.4.2.2. Comparação de Soluções 109

7. REFLEXÕES FINAIS 111
7.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS 111
7.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS 112

BIBLIOGRAFIA 115

ANEXOS
A.EFECTIVO
B.PEÇAS ESCRITAS DO PROJECTO
C.PEÇAS DESENHADAS DO PROJECTO
D.PROJECTO FINAL

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 2.1 – Esquema da transmissão de calor [1] 12
Fig. 2.2 – Triângulo do fogo [26] 14
Fig. 2.3 – Tetraedro do fogo [27] 14
Fig. 2.4 – Fases de desenvolvimento de um incêndio real [1] 15
Fig. 2.5 – Representação gráfica da curva de incêndio padrão ISO 834 [1] 18
Fig. 2.6 – Representação gráfica das curvas de incêndio definidas no Eurocódigo 1 20
Fig. 3.1 – Esquema exemplificativo do somatório de diagramas de pressões 28
Fig. 3.2 – Diagrama de pressões, com temperatura interior inferior à exterior [1] 28
Fig. 3.3 – Diagrama de pressões, com temperatura interior superior à exterior [1] 29
Fig. 3.4 – Efeitos de impulsão e chaminé combinados, numa caixa de escadas [1] 30
Fig. 3.5 – Perfil de pressões esquemático criado pela acção do vento [1] 32
Fig. 3.6 – Corte esquemático de um edifício com condutas “shunt” [2] 34
Fig. 3.7 – Corte esquemático de um edifício com condutas unitárias [2] 34
Fig. 3.8 – Corte esquemático de um pátio coberto, sem ligação a espaços adjacentes [1] 37
Fig. 3.9 – Corte esquemático de um pátio coberto, com ligação franca ao nível do piso térreo [1] 37
Fig. 3.10 – Corte esquemático da difusão de fumos num pátio [1] 38
Fig. 3.11 – Corte esquemático da difusão de fumos num pátio, por acção de um volume tampão [1] 38
Fig. 3.12 – Corte esquemático de um incêndio num pátio e sua difusão de fumos [1] 39
Fig. 3.13 – Desenfumagem passiva: condutas “shunt” [1] 40
Fig. 3.14 – Desenfumagem passiva: solução para edifícios entre 20 e 28 metros [1] 40
Fig. 3.15 – Posicionamento das aberturas [1] 41
Fig. 3.16 – Posicionamento das aberturas em alinhamento recto [1] 41
Fig. 3.17 – Posicionamento das aberturas em mudança de direcção recta [1] 41
Fig. 3.18 – Exemplo de uma circulação com o respectivo posicionamento das aberturas [1] 42
Fig. 3.19 – Desenfumagem passiva por abertura permanente na CVC [1] 44
Fig. 3.20 – Desenfumagem passiva por exaustor de fumos na CVC [1] 44
Fig. 3.21 – Exemplo de um espaço com três aberturas em série [1] 46
Fig. 3.22 – Exemplo de um espaço com três aberturas em paralelo [1] 47
Fig. 3.23 – Exemplo de análise de um espaço de carácter misto [1] 48
Fig. 3.24 – Exemplo de solução de controlo de fumos por meios mecânicos em edifícios de grande altura com abertura na câmara corta-fogo [1] 49

Fig. 3.25 – Exemplo de solução de controlo de fumos por meios mecânicos em edifícios de grande altura sem abertura na câmara corta-fogo [1] 50
Fig. 4.1 – Heterogeneidade dos artigos de SCIE por tipo de edifício [4] 53
Fig. 4.2 – Quadro II do Anexo VI do RJSCIE [18] 59
Fig. 4.3 – Quadro III do Anexo VI do RJSCIE [18] 59
Fig. 4.4 – Quadro VIII do Anexo VI do RJSCIE [18] 61
Fig. 5.1 – Teste das características de uma barreira de cantonamento [30] 74
Fig. 5.2 – Textura de uma barreira de cantonamento actual [30] 74
Fig. 5.3 – Entrada em funcionamento de uma barreira de cantonamento móvel [30] 75
Fig. 5.4 – Mecanismo de funcionamento de uma barreira de cantonamento móvel [30] 75
Fig. 5.5 – Acção de uma barreira de cantonamento durante um incêndio [30] 76
Fig. 5.6 – Exemplos de barreiras de cantonamento móvel [30] 76
Fig. 5.7 – Exemplo de barreiras de cantonamento móvel de altura variável [30] 77
Fig. 5.8 – Exemplos de tampas clarabóia [33] 78
Fig. 5.9 – Vista e esquema do mecanismo interno de uma tampa clarabóia [34] 78
Fig. 5.10 – Vista de uma tampa persiana [35] 79
Fig. 5.11 – Diferentes localizações de tampas persiana [35] 79
Fig. 5.12 – Protecção contra a acção do vento [36] 79
Fig. 5.13 – Comparação das diferenças sentidas durante um incêndio em 3 fases distintas [32] 80
Fig. 5.14 – Pormenor de uma grelha de lamelas [37] 81
Fig. 5.15 – Exemplo de grelha de lamelas num vão de fachada [37] 81
Fig. 5.16 – Boca de transferência de ar do tipo guilhotina [38] 82
Fig. 5.17 – Outros tipos de obturadores: borboleta e portinhola [2] 82
Fig. 5.18 – Outros tipos de extractores de fumo: helicoidal e centrífugo [2] 82
Fig. 5.19 – Conduta suspensa do tecto [39] 83
Fig. 5.20 – Conduta sobre tecto falso [40] 83
Fig. 6.1 – Corte do edifício em estudo e identificação dos pisos 88
Fig. 6.2 – Vista das duas plataformas no alçado lateral 89
Fig. 6.3 – Detalhe da vista em corte da Secção S2 92
Fig. 6.4 – Detalhe da vista em planta de uma secção do piso 0 94
Fig. 6.5 – Detalhe da vista em planta de uma secção do piso 1 94
Fig. 6.6 – Detalhe da vista em planta de uma secção do piso 2 94
Fig. 6.7 – Recuo do piso 2 face ao vão saliente do alçado frontal 95
Fig. 6.8 – Verificação da altura no alçado frontal, entre os pisos 0 e 1 95

Fig. 6.9 – Alçado posterior 96
Fig. 6.10 – Alçado lateral direito....96
Fig. 6.11 – Alçado lateral esquerdo....96
Fig. 6.12 – Vista em planta das escadas de emergência 97
Fig. 6.13 – Detalhe em corte da caixa de escadas e elevador 99
Fig. 6.14 – Porta do piso 0 antes 101
Fig. 6.15 – Porta do piso 0 depois 101
Fig. 6.16 – Porta do piso 1 antes 101
Fig. 6.17 – Porta do piso 1 depois 102
Fig. 6.18 – Detalhe da planta do R/C....103
Fig. 6.19 – Localização da segunda conduta de admissão no R/C....103
Fig. 6.20 – Parede divisória dos quartos antes....104
Fig. 6.21 – Parede divisória dos quartos depois....104
Fig. 6.22 – Localização da segunda conduta de evacuação nos pisos superiores....105
Fig. 6.23 – Grelha de admissão de ar na base da caixa de escadas....105
Fig. 6.24 – Localização do alçapão de desenfumagem no topo das caixas de escadas....106
Fig. 6.25 – Quadro IV do Anexo III do RJSCIE [18]....107
Fig. 6.26 – Vista da abertura de admissão de ar no piso 2, no corte S4....109
Fig. 7.1 – Inclusão das categorias de risco no processo de definição das medidas de segurança de SCIE 111

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 – Temperatura de inflamação de alguns líquidos 5
Quadro 2.2 – Temperatura de combustão de alguns líquidos 5
Quadro 2.3 – Temperatura de ignição de alguns líquidos 5
Quadro 2.4 – Limites inferior e superior de inflamabilidade 6
Quadro 2.5 – Relação entre redução de visibilidade e densidade óptica 8
Quadro 2.6 – Valores da densidade óptica específica de algumas substâncias com o teste NBS 8
Quadro 2.7 – Potencial produção de fumo de algumas substâncias 9
Quadro 2.8 – Efeitos da redução de oxigénio na atmosfera sobre os seus ocupantes 9
Quadro 2.9 – Efeitos do CO, em função da concentração e da duração da exposição 10
Quadro 2.10 – Efeitos do CO2, em função da concentração e da duração da exposição 11
Quadro 2.11 – Efeitos do HCl, em função da concentração e da duração da exposição 11
Quadro 2.12 – Carga de Incêndio Média de Alguns Tipos de Ocupação 19
Quadro 3.1 – Combinações de meios para controlo de fumos 33
Quadro 4.1 – Factores de risco de incêndio de cada utilização-tipo 60
Quadro 6.1 – Características gerais do projecto da Casa de Saúde 93
Quadro 6.2 – Características da Unidade de Cuidados Continuados – piso 0 94
Quadro 6.3 – Características do Lar de Idosos – pisos 1 e 2 94
Quadro 6.4 – Características das zonas comuns 94
Quadro 6.5 – Número máximo de doentes acamados na Casa de Saúde 95

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

SMOGRA – Smoke Growth Rate

D – densidade óptica de fumos (db)

I – intensidade da luz que atinge a fotocélula na presença de fumos

I_0 – intensidade da luz que atinge a fotocélula na ausência de fumos

NBS – National Bureau of Standards

D_m – densidade óptica específica (db/m).m^3/m^2

V – Volume da câmara de ensaio (m^3)

A_s – Área de exposição do material (m^2)

L – Percurso efectuado pela radiação luminosa (m)

D_0 – Potencial de produção de fumo (db/m).m^3/g

W_1 – Massa da material volatilizada durante o ensaio (g)

ppm – partes por milhão

CO – monóxido de carbono

CO_2 – dióxido de carbono

HCN – ácido cianídrico

HCl – ácido clorídrico

q – Fluxo de calor transportado por condução (W/m^2)

k – Coeficiente de condutividade térmica (W/mºC)

θ – Temperatura no interior do material (ºC)

x – Coordenada de posição (m)

Q – calor (MJ)

θ_g – temperatura ao fim do tempo t, em minutos (ºC)

θ_0 – temperatura inicial do compartimento onde está a decorrer o incêndio (ºC)

t – tempo de duração do incêndio (min)

q_s – carga de incêndio modificada (MJ/m^2)

M_i – massa do constituinte combustível (i) (kg)

H_i – poder calorífico inferior do constituinte combustível (i), que se encontra definido no quadro I do Despacho 2074/2009 (MJ/kg)

C_i – coeficiente adimensional de combustibilidade do constituinte combustível (i), definido no artigo 6º do mesmo documento (1,00 para risco baixo, 1,30 para risco médio e 1,60 para risco alto)

R_{ai} – coeficiente adimensional de activação do constituinte combustível (i), estipulado no artigo 7º do mesmo Despacho (assumindo como valor de risco de activação:1,00 para risco baixo, 1,50 para risco médio e 3,00 para risco alto)

N_c – número de constituintes combustíveis presentes no compartimento

S – área útil do compartimento corta-fogo (m^2)

q_{si} – densidade de carga de incêndio relativa ao tipo de actividade (i), definido no quadro II do Despacho 2074/2009

S_i – área afecta à zona de actividade (i) (m^2)

Na – número de zonas de actividades distintas

q_{vi} – densidade de carga de incêndio por unidade de volume relativa à zona de armazenamento (i), em MJ/m3, conforme definido no quadro II do Despacho 2074/2009;

h_i – altura de armazenagem da zona de armazenamento (i), em m;

Nar – número de zonas de armazenamento distintas

q – densidade de carga de incêndio modificada (MJ/m^2)

q_{Sk} – densidade de carga de incêndio modificada de cada compartimento corta-fogo (k) (MJ/m^2)

S_k – área útil de cada compartimento corta-fogo (k) (m^2)

N – número de compartimentos corta-fogo

RSCIE – regulamento de segurança contra incêndio em edifícios

ΔP – diferença de pressão entre o exterior e o interior do compartimento (Pa)
g – aceleração gravítica (m/s^2)

ρ_e – massa volúmica do ar à temperatura exterior (kg/m^3)

h – variável correspondente à altura do compartimento (m)

θ_e – temperatura exterior (ºC)

θ_i – temperatura interior (ºC)

h_1 – altura resultante da diferença entre a cota do pavimento do compartimento e a cota do plano neutro (m)

h_2 – altura resultante da diferença entre a cota do plano neutro de pressões e a cota do tecto do compartimento (m)

A_{inf} – abertura inferior (m^2)

A_{sup} – abertura superior (m^2)

T_e – temperatura exterior (ºC)

T_i – temperatura interior (ºC)

P – pressão no interior do compartimento (Pa)

$\Delta\theta$ – diferença de temperatura no intervalo de tempo considerado (ºC)

V – volume do compartimento (m^3)

R – constante do gás perfeito do ar

A_e – área das aberturas (m^2)

C_d – coeficiente de resistência ao escoamento

θ_{abs} – temperatura absoluta no interior do compartimento (ºC)

CHC – comunicações horizontais comuns

CVC – comunicações verticais comuns

Q – caudal de ar (m^3/s)

A_{esc} – área de escoamento (m^2)

N_q – parâmetro compreendido entre 1 e 2, geralmente considera-se igual a 1,6 para fugas de grandeza média

SCIE – Segurança Contra Incêndio em Edifícios

RJSCIE – Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios

RTSCIE – Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios

DL – Decreto-Lei

UT – Utilização-Tipo

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

UT's – Utilizações-tipo

UCC – Unidade de Cuidados Continuados

R/C – Rés-do-chão

1
INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO

Desde os primórdios da nossa civilização que o ser humano mantém uma relação extremamente próxima com o fogo. Desta relação advieram bastantes benefícios que contribuíram para a evolução da nossa civilização, em particular, nos âmbitos da cultura e conhecimento.

O domínio do fogo foi um ponto fulcral para nos desenvolvermos e atingirmos o actual modelo de sociedade, tal como a conhecemos hoje em dia. Começou por ser o ponto de reunião social e, como tal, o motivador do estabelecimento de relações sociais e da transmissão de conhecimento e cultural a nível oral. Assim, passou a ser um elemento sempre presente na vida quotidiana em vários parâmetros básicos mas também fulcrais, entre os quais a confecção de comida, iluminação interior e exterior e aquecimento de diversos locais sociais e culturais, continuando sempre a impulsionar o desenvolvimento da nossa sociedade. Com o fogo foi, então, possível evoluir drasticamente, desde o domínio deste elemento para a confecção de comida até ao nível actual, tendo sido muito importante, sobretudo no âmbito da Engenharia. Sem o domínio do fogo seria impossível trabalhar os vários materiais utilizados nas construções actuais.

Porém, o uso cada vez mais intensivo do fogo na vida corrente da nossa civilização, fez com que o ser humano enfrentasse os problemas e preocupações inerentes à sua utilização, nomeadamente as perdas de vidas e danos materiais. Assim, foi necessário pensar em maneiras para lidar e evitar tais problemas, o que levou a um estudo cada vez mais aprofundado deste fenómeno. Com este estudo, nasceu também uma maior preocupação com o fumo libertado durante a combustão e as suas consequências, em particular no que toca às pessoas, quando estas ficam demasiado tempo sob a sua acção.

Em seu socorro, veio uma outra força da Natureza – o vento – pois, desde cedo, também se notou como as correntes de ar dispersam o fumo, afastando-o e diluindo-o com o volume de ar limpo movimentado. Dono deste conhecimento, o Homem começou a fazer uso dele, aplicando-o inclusive à concepção dos novos edifícios. Estes conceitos base são os pilares fundamentais daquilo que hoje em dia é comummente designado por controlo de fumos. Este conceito e os métodos que compreende têm sido constantemente estudados e melhorados até atingirmos os sistemas, métodos e regulamentação de controlo de fumos actuais.

Hoje em dia o controlo de fumos é uma parte integrante e vital de qualquer plano de segurança de incêndios em edifícios, sendo o seu desenho e aplicação sujeitos a diversos critérios regulamentares bastante exigentes, bem como a posterior manutenção e fiscalização destes sistemas e seus elementos constituintes.

1.2. OBJECTIVOS

A presente tese visa recolher informação sobre o Controlo de Fumos, discutindo também sobre a importância que esta área está a assumir dentro da Engenharia de Segurança.

Pretende-se com este trabalho discutir e comentar a evolução do processo do controlo de fumos, tanto ao nível dos sistemas utilizados como da legislação escrita, para que seja cumprido e devidamente aplicado. Quanto aos sistemas correntes, o objectivo centra-se em debater quais os sistemas actualmente utilizados e suas características, bem como os requisitos que devem obedecer para um correcto funcionamento em caso de incêndio, para que as frentes de fumo não impeçam a evacuação segura dos utilizadores nem a posterior entrada dos serviços de segurança para o combate ao fogo em desenvolvimento no edifício. Em relação à legislação vai-se incidir, em particular, nas diferenças existentes entre a nova e a antiga regulamentação de Segurança contra Incêndios em Edifícios, destacando e analisando quais as modificações introduzidas que levam a maiores variações a nível de concretização de projecto.

Posteriormente, de modo a facilitar a compreensão das implicações das novas características a implementar no plano de segurança contra incêndios, vai aplicar-se a nova regulamentação a um projecto real, tecendo-se também considerações sobre os resultados obtidos.

1.3. ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO

Esta tese foi estruturada de forma a permitir uma leitura abrangente e prática dos diversos parâmetros e campos que se pretendem abordar e discutir. Assim sendo, encontra-se organizada em 7 capítulos, sendo o primeiro destes um capítulo introdutório, constituído pelos textos anteriores, dedicados ao enquadramento e explicação geral do que se pretende com a elaboração deste trabalho.

No segundo capítulo, faz-se uma breve apresentação de conceitos gerais da Segurança Contra Incêndio em Edifícios.

O terceiro capítulo visa enquadrar o leitor dentro da temática do controlo de fumos, explicando em que consiste o fenómeno do fogo, o seu comportamento dentro dos compartimentos e suas consequências e como, em particular, o fumo pode ser combatido.

No quarto capítulo, apresentam-se a nova e a antiga regulamentação, fazendo-se uma descrição de quais os parâmetros regulamentares que têm maior influência sobre o projecto de controlo de fumos. Neste capítulo, faz-se uma comparação regulamentar entre a regulamentação antiga e a nova, destacando-se as novas exigências e suas consequências na área do Controlo de Fumos.

No quinto capítulo, procura-se fazer uma abordagem mais técnica do controlo de fumos, recolhendo informação sobre os meios e equipamentos disponíveis no mercado, referindo, assim, os dispositivos mais relevantes para o controlo de fumos.

O sexto capítulo é dedicado à aplicação dos conhecimentos abordados anteriormente a um caso prático, executando um projecto simplificado, como demonstração do que agora é exigido para um controlo de fumos correcto e eficiente.

No sétimo capítulo, encontram-se as conclusões finais deste trabalho e desenvolvimentos futuros, e, em anexos, encontram-se informações adicionais, bem como as plantas do edifício estudado no capítulo seis.

2

CONCEITOS GERAIS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS

2.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Apesar de o fogo ter sido um valioso elemento para a sobrevivência e evolução da civilização, tal elemento foi desde sempre tratado com cuidado, devido às consequências nefastas da sua má ou descuida utilização. Estes incêndios eram e são temidos, não só pelos danos materiais que causam, mas sobretudo pelo risco que representam para a vida daqueles que se encontram na área sinistrada.

Considerando que é impossível evitar todas as situações de deflagração de incêndios, cada vez mais se aposta na Engenharia de Segurança, de modo a maximizar a saída eficaz, eficiente e segura dos utilizadores dos edifícios onde haja este tipo de ocorrência. Dentre os vários aspectos da Engenharia de Segurança, um dos mais importante é o Controlo de Fumos.

Ao exercer o Controlo de Fumos é possível facilitar a rápida e segura saída dos utilizadores do edifício, mas também garantir que os serviços de combate a incêndio têm melhores condições para debelar e extinguir o fogo, minimizando os prejuízos causados. Para além de que a utilização deste tipo de sistemas ajuda à libertação dos fumos tóxicos resultantes da combustão, para o exterior, baixando assim as temperaturas dentro do edifício, o que contribui também em parte para a contenção do alastramento do fogo.

Desta forma, ao longo deste capítulo, o fenómeno do fogo vai ser apresentado, para uma melhor compreensão do fogo em si, mas em particular da importância do Controlo de Fumos e dos sistemas a utilizar nas várias situações possíveis nas construções actuais.

2.2. DEFINIÇÕES DE CONCEITOS GERAIS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

2.2.1. COMBUSTÃO

A combustão é uma reacção química onde se liberta calor (reacção exotérmica), entre um material combustível e um comburente, sendo esta reacção normalmente auto-sustentada. Este tipo de reacção ocorre quando, na atmosfera, se coloca em contacto, em determinadas condições, uma fonte de calor e um combustível, que leva a uma alteração das características físicas da matéria presente e à libertação de calor que, por sua vez, acelera o processo de reacção. Estas grandezas são essenciais para que ocorra o fenómeno do fogo, interligando-se e dando origem ao que, correntemente, se designa por triângulo do fogo e tetraedro do fogo. Estas noções são abordadas mais à frente no ponto 2.3.2.1.

O processo de combustão pode ser completo ou incompleto. A combustão será designada por completa quando existir comburente (normalmente oxigénio) em quantidade suficiente para que a reacção se dê até à total extinção do combustível. É nesta combustão que se dá a libertação máxima de calor e mínima de fumo. Por outro lado, a combustão incompleta ocorre quando há excesso ou insuficiência de oxigénio, havendo a libertação de maior quantidade de fumo, bem como subprodutos também combustíveis.

De acordo com outras características intrínsecas, as combustões podem ainda ser designadas como:

- *Combustão lenta:* combustão onde não há emissão de luz e a temperatura atingida pelo material combustíveis e produtos resultantes não é superior a 500ºC;
- *Combustão viva:* combustão onde há emissão de radiação luminosa, seja ela chama ou incandescência, e de fumos mais ou menos opacos, resultantes das características do material combustível e das condições de ventilação do local;
- *Combustão muito viva:* combustão que se estende ao volume em causa em apenas fracções de segundos, após a inflamação de uma mistura de gás combustível e ar. Esta combustão provoca um aumento da pressão interior sobre as paredes do volume, podendo levar à ruptura da envolvente [1].

2.2.2. A Combustão em Função do Combustível

O processo de combustão também é afectado pelo tipo de material combustível, ou seja, dependendo de o combustível ser sólido, líquido ou gasoso, a combustão apresenta características diferentes.

2.2.2.1. Combustão de Sólidos

Quando um combustível sólido entra em combustão, devido a uma fonte de calor, este processo pode assumir diversas formas, sendo as mais correntes as seguintes:

- Combustão no estado sólido, correntemente designada por brasas, que emitem forte radiação visível (incandescência), sem se produzir chama;
- Pirólise, onde se dá a decomposição do corpo em produtos voláteis, ou seja, o combustível, por acção da fonte de calor, emite vapores voláteis, havendo, consequentemente, chamas [1].

2.2.2.2. Combustão de Líquidos

No caso dos líquidos, sempre que uma fonte de calor causa um aumento da sua temperatura e leva à libertação de vapores em quantidade suficiente para que a mistura destes com o ar seja inflamável se sobre ela incidir uma chama, dá-se a combustão do líquido em causa.

É de referir ainda que há três tipos de temperaturas associados ao processo combustão que devem ser referidos, devido à sua relevância para o processo de libertação de vapores combustíveis:

- *Temperatura de inflamação:* temperatura mínima a partir da qual a mistura de ar com os vapores combustíveis libertados pelo líquido se inflama, se posta em contacto com uma chama, mas caso a chama seja retirada deixa de haver combustão. Note-se que dependendo dos líquidos em causa, esta temperatura pode variar entre valores negativos e positivos, ou seja, há líquidos que se inflamam facilmente, enquanto outros precisam de temperaturas elevadas para que tal aconteça, como se pode ver pelo Quadro seguinte.

Quadro 2.1 – Temperatura de inflamação de alguns líquidos

Líquido	Temperatura de Inflamação (ºC)
Álcool	13
Butano	-60
Benzeno	-12
Éter	-45
Gasóleo	90
Gasolina	-40

- *Temperatura de combustão:* temperatura mínima a partir da qual a mistura de ar com os vapores combustíveis libertados pelo líquido se inflama, se posta em contacto com uma chama e, mesmo que a fonte de ignição seja removida, a combustão continua, pois os vapores são libertados com rapidez suficiente para que este processo não termine com a retirada da chama.

Quadro 2.2 – Temperatura de combustão de alguns líquidos

Líquido	Temperatura de Combustão (ºC)
Gasóleo	104
Gasolina	-20

- *Temperatura de ignição:* temperatura mínima a partir da qual a mistura de ar com os vapores combustíveis libertados pelo líquido se inflama, entrando em combustão espontânea.

Quadro 2.3 – Temperatura de ignição de alguns líquidos

Líquido	Temperatura de Ignição (ºC)
Álcool	370
Butano	430
Benzeno	538
Éter	170
Gasóleo	330
Gasolina	227

É de salientar que os conceitos acima mencionados e descritos se aplicam também aos restantes tipos de materiais combustíveis, ou seja, as temperaturas referidas também existem no domínio dos sólidos e dos gases. Porém, foram incluídas neste ponto, uma vez que, para o caso dos líquidos, é possível ter valores mais diversificados.

Note-se que a combustão de líquidos deve obedecer a alguns dos critérios inerentes à combustão de gases, em particular, a proporcionalidade entre a quantidade de vapores libertados e de ar, devendo esta estar entre os valores que se referem no ponto seguinte [1].

2.2.2.3. Combustão de Gases

Relativamente aos gases, para que se dê a sua inflamação, para além da presença da fonte de ignição, é necessário preencher alguns requisitos:

- Tem de existir uma proporcionalidade entre a quantidade de ar e de combustível;
- A temperatura tem de atingir um determinado valor
- Em alguns casos, a pressão também pode ter a sua influência no processo.

Relativamente, à proporcionalidade entre a quantidade de gases e de ar, esta deve estar entre o intervalo de valores estabelecidos pelos limites inferior e superior de inflamabilidade de cada gás. Note-se que um gás só inflamável se a sua concentração na mistura, em volume, se encontrar entre esses valores limite [1].

Quadro 2.4 – Limites inferior e superior de inflamabilidade

Gás	Limite Inferior de Inflamabilidade (%)	Limite Superior de Inflamabilidade (%)
Metano	5,3	15,0
Etano	3,0	12,5
Propano	2,2	9,5
Butano	1,9	8,5
Etileno	3,1	32,0
Propileno	2,4	10,3
Acetileno	2,5	80,0
Benzeno	1,4	7,1
Hidrogénio	4,0	75,0

2.2.3. Produtos Resultantes da Combustão

2.2.3.1. Generalidades

Da combustão de uma dada substância, independentemente da sua origem, devido à libertação de energia e transformações físicas e químicas decorrentes deste processo, resultam vários produtos, entre os quais se destacam:

- Libertação de calor;
- Aparecimento de chama;

- Produção de óxidos (normalmente sob a forma de gases);
- Produção de fumos (partículas de carbono que não sofreram combustão e outras em suspenso);
- Produção de cinzas (substâncias minerais).

Como é sabido, todos os combustíveis são compostos orgânicos e ardem. Nestes casos, a combustão, com ou sem chama, ocorre devido à combinação do carbono com o oxigénio donde resultam, entre outros, diversos óxidos. Quando há oxigénio suficiente e se dá uma combustão completa, obtém-se sobretudo anidrido carbónico e água, se o combustível for um hidrocarboneto. Porém, quando a quantidade de oxigénio não é suficiente, a combustão é incompleta, resultando na formação de monóxido de carbono, que dada a sua alta toxicidade se torna extremamente perigoso [1].

2.2.3.2. Fumos

Dos aspectos anteriores, aquele que interessa destacar neste trabalho são os fumos resultantes da combustão.

Do ponto de vista da segurança, como já foi dito anteriormente, os fumos são um dos mais importantes produtos obtidos durante a combustão, sendo particularmente relevante a sua produção quando a combustão é incompleta, já que reduz a visibilidade nos locais onde tal acontece. Em raros momentos, verifica-se que, se a combustão de uma dada substância decorre sem chama, produz-se uma maior quantidade de fumos, de acordo com o Professor Leça Coelho [1].

Considerando a relevância dos fumos nas condições de segurança, conseguir avaliar o potencial fumígero dos materiais quando sofrem combustão é essencial. Contudo, ainda não existe um método universal e reconhecido, mas está previsto ao nível da normativa europeia que sejam realizados ensaios de modo a avaliar a taxa de desenvolvimento de fumos (*SMOGRA – Smoke Growth Rate*).

Em termos práticos, tem-se utilizado a densidade óptica de fumos (*D*) para traduzir a opacidade dos fumos, avaliando-se através de ensaio a atenuação sofrida pelos raios de luz, emitidos por uma fonte luminosa, que atravessam os fumos produzidos por uma determinada substância, sendo posteriormente recebidos por uma fotocélula. O valor de *D* é então obtido em função de:

I – intensidade da luz que atinge a fotocélula na presença de fumos

I_0 – intensidade da luz que atinge a fotocélula na ausência de fumos

Sendo *D* obtido através da equação:

$$D = -10 \log_{10} \frac{I}{I_0} \quad (db) \qquad (2.1)$$

Note-se que é dito no livro já supracitado que esta avaliação é mais realista que a obtida directamente a partir da percentagem de redução da visibilidade determinada em função da expressão:

$$\frac{I_0 - I}{I_0} \cdot 100\% \qquad (2.2)$$

Pode comparar-se os valores obtidos pelos dois processos, no quadro seguinte:

Quadro 2.5 – Relação entre redução de visibilidade e densidade óptica

Redução de Visibilidade (%)	Densidade Óptica (db)
10	0,46
50	3,01
90	10,00
95	13,01
99	20,00

Outro método de avaliação da quantidade de fumo produzida é o método definido pelo NBS (National Bureau of Standards), que envolve a exposição de 75mm^2 de material sujeito a uma radiação constante, proveniente de uma fonte de calor que produz 2,5W/cm^2. Após o início da combustão, que deve ser mantida em determinadas condições, os resultados obtidos são expressos através da densidade óptica específica (D_m), que pode ser calculada através da expressão:

$$D_m = \frac{1}{10} \cdot \frac{D \cdot V}{L \cdot A_s} \quad (db/m) \cdot m^3/m^2 \qquad (2.3)$$

Onde se tem:

D – Densidade óptica de fumos (db)

V – Volume da câmara de ensaio (m^3)

A_s – Área de exposição do material (m^2)

L – Percurso efectuado pela radiação luminosa (m)

No quadro seguinte apresentam-se os valores obtidos com o teste NBS, para situações de combustão com chama e sem chama, para a densidade óptica específica.

Quadro 2.6 – Valores da densidade óptica específica de algumas substâncias com o teste NBS

Substâncias	Teste NBS com chama	Teste NBS sem chama
Polietileno	62	414
Polipropileno	96	555
Poliestireno	717	418
Poliuretano	684	426

Por outro lado, Rasbash e Phillips tentaram, através de vários ensaios, determinar a capacidade potencial de produção de fumos dos materiais (D_0), obtendo a seguinte equação:

$$D_0 = \frac{D}{L} \cdot \frac{V}{W_1} \quad (db/m) \cdot m^3/g \qquad (2.4)$$

Onde se tem:

D_0 – Potencial de produção de fumo (db/m).m^3/g

W_1 – Massa da material volatilizada durante o ensaio (g)

Após a realização dos ensaios para combustão com e sem chama, Rasbach e Phillips obtiveram os valores constantes do próximo quadro [1]:

Quadro 2.7 – Potencial produção de fumo de algumas substâncias

Substâncias	Teste com chama	Teste sem chama
Derivado da madeira	0,160	1,800
PVC rígido	1,700	1,800
Espuma rígida de poliuretano	4,200	1,700
Espuma flexível de poliuretano	0,960	5,100
Placas de gesso	0,042	0,390

2.2.4. Toxicidade dos Gases Libertados durante a Combustão

Os gases libertados durante a combustão são bastante perigosos, não só devido à sua opacidade, mas também devido à sua toxicidade. Estas características actuam em conjunto para agravar a evacuação segura dos utilizadores de um edifício durante um incêndio.

Em termos práticos, uma combustão leva a um consumo de oxigénio que se encontra normalmente na atmosfera numa percentagem de cerca de 21%. Porém, se ocorre uma alteração deste valor, essa variação vai afectar as pessoas que se encontram dentro do espaço onde ocorre a combustão, como se pode constatar no quadro seguinte:

Quadro 2.8 – Efeitos da redução de oxigénio na atmosfera sobre os seus ocupantes

Concentração de Oxigénio (%)	Efeito sobre as pessoas
21	Nulo
17	Aumento do ritmo respiratório
12	Vertigens, dores de cabeça e sinais de fadiga
9	Inconsciência
6	Morte em alguns minutos por deficiências respiratórias

Porém, nem todos os gases libertados durante a combustão têm o mesmo comportamento ou características. Como tal, dentre os possíveis gases emitidos durante uma combustão, destacam-se os mais perigosos:

- Monóxido de carbono (CO);
- Dióxido de carbono (CO_2);
- Ácido cianídrico (HCN);
- Ácido clorídrico (HCl);
- Dióxido de enxofre (SO_2);
- Amoníaco.

Note-se que, em particular, o monóxido e o dióxido de carbono se tornam mais tóxicos, quanto mais for a temperatura dentro do espaço onde deflagrou a combustão [1].

2.2.4.1. Monóxido de Carbono (CO)

Este gás é extremamente perigoso para o ser humano, pela sua toxicidade e pelo facto de não ser facilmente identificável. O monóxido de carbono é um gás praticamente inodoro e é levemente menos denso que o ar (0,97), misturando-se, por isso, muito facilmente com o ar. A sua temperatura de auto-ignição ronda os 570º C e os seus limites de inflamabilidade inferior e superior são 12,5% e 75%, respectivamente.

Dadas as suas características, este gás quando inalado combina-se com a hemoglobina, formando a carboxihemoglobina que é letal para as pessoas, uma vez que retira aos glóbulos vermelhos a sua capacidade de transportar oxigénio até às diversas partes do corpo.

Desta forma, o monóxido de carbono é absorvido pelo sistema respiratório dos indivíduos, mas a sua velocidade de intoxicação depende de diversos factores inerentes às condições gerais do próprio indivíduo. É de referir que, como se trata de um gás inodoro, inclusive para concentrações da ordem dos 10 000 ppm, é impossível sentir a sua presença na atmosfera. Esta característica torna-o extremamente perigoso, sobretudo porque a paralisia dos membros inferiores é um dos primeiros sintomas a manifestar-se. No quadro seguinte, apresentam-se alguns valores de concentrações de CO e as suas consequências [1]:

Quadro 2.9 – Efeitos do CO, em função da concentração e da duração da exposição

Concentração de CO (ppm)	Duração da Exposição	Efeitos
50	8 Horas	Nulos
200	2 Horas	Ligeiros
1 000	1 Hora	Graves (síncope)
10 000	1 Hora	Morte rápida

2.2.4.2. Dióxido de Carbono (CO_2)

O dióxido de carbono é um gás que está associado à ocorrência de um incêndio, sendo até por vezes utilizado na luta contra estes, em alguns sistemas de extinção. Todavia, apesar de este gás incolor e inodoro ser parte integrante da nossa vida e estar presente na atmosfera em concentrações da ordem

dos 300 ppm, quando estas concentrações assumem valores mais elevados ele torna-se tóxico e inclusivamente mortal, uma vez que leva à paralisia do sistema respiratório [1].

Quadro 2.10 – Efeitos do CO_2, em função da concentração e da duração da exposição

Concentração de CO_2 (ppm)	Duração da Exposição	Efeitos
3 000 a 3 500	1 Hora	Nulos
3 500 a 4 000	Meia hora	Perigosos
10 000 a 12 000	Alguns minutos	Morte

2.2.4.3. Ácido Cianídrico (HCN)

Este gás liberta-se aquando da combustão de materiais que sejam compostos por azoto, apresentando um alto nível de toxicidade. Assim sendo, a presença deste gás num ambiente fechado é bastante nocivo para as pessoas que aí se encontrem, sendo que concentrações altas de valor igual ou superior a 300 mg/m3 levam à morte rápida [1].

2.2.4.4. Ácido Clorídrico (HCl)

A libertação deste gás resulta da combustão de diversas substâncias, como o PVC, uma vez que o cloro é um dos seus elementos constituintes. Note-se, no entanto, que, ao arrefecer, este gás se torna extremamente solúvel em contacto com a água, devendo tal facto ser tido em conta no combate a incêndio onde se liberte HCl durante a combustão.

O HCl pode ser identificado e detectado pelo seu odor, para concentrações da ordem dos 15 ppm [1].

Quadro 2.11 – Efeitos do HCl, em função da concentração e da duração da exposição

Concentração de HCl (ppm)	Duração da Exposição	Efeitos
35	Independente da duração	Irritação da garganta
100	1 Hora	Tolerância máxima
1 000 a 2 000	Pequena	Morte rápida

2.2.4.5. Dióxido de Enxofre (SO_2)

Quando se dá a combustão de substâncias constituídas por enxofre, liberta-se SO_2. Este gás representa perigo para as pessoas confinadas num espaço em exposição a ele durante 30 minutos a uma hora, para concentrações da ordem dos 400 a 500 ppm [1].

2.2.4.6. Amoníaco (NH_3)

Este gás é bastante tóxico, mas também é facilmente identificado pelo seu forte odor, resultante da combustão de materiais onde haja azoto.

Note-se que uma exposição de cerca de uma hora, para concentrações da ordem dos 1 700 ppm, leva à morte das pessoas expostas [1].

2.3. A FENOMENOLOGIA DO FOGO

2.3.1. PROPAGAÇÃO E TRANSMISSÃO DO CALOR

Para melhor compreender como um incêndio ocorre, é necessário compreender também como se dá a transmissão de calor, quais as suas características e como estas influenciam a combustão, bem como se pode tirar partido disso para combater o incêndio mais eficaz e eficientemente.

Assim sendo, as três formas de transmissão de calor são:

- Condução;
- Convecção;
- Radiação.

No caso dos edifícios, a transmissão de calor dá-se por condução através de materiais sólidos, como as paredes, pavimentos e outros elementos que não sofreram combustão, da convecção dos gases quentes sobre as paredes e tectos e da radiação das chamas e fumos sobre os elementos visíveis [1].

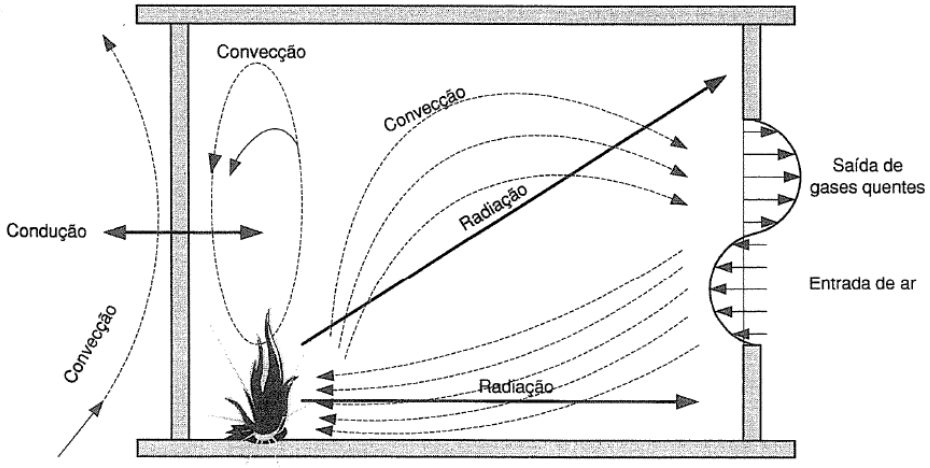


Fig. 2.1 – Esquema da transmissão de calor [1]

2.3.1.1. Condução

A condução é o principal modo de transmissão de calor nos sólidos e fluidos em repouso; a propagação do calor processa-se através do contacto ou aquecimento das partes mais quentes para as mais frias, mas sem existir um transporte de matéria. Este processo é regido pela lei de Fourier, cuja expressão, para o caso de transmissão unidimensional segundo a direcção x apenas, é:

$$q = -k \cdot \frac{\partial \theta(x)}{\partial x} \quad (W/m^2) \qquad (2.5)$$

Onde se tem:

q – Fluxo de calor transportado por condução (W/m^2)

k – Coeficiente de condutibilidade térmica (W/m^oC)

θ – Temperatura no interior do material (^oC)

x – Coordenada de posição (m)

Note-se que esta transmissão de calor será mais notória em materiais com melhores características de condutibilidade térmica, como os metais [1].

2.3.1.2. Convecção

Este é um processo fulcral para a propagação de calor e, no caso dos incêndios, é responsável pelo transporte da energia libertada pelos movimentos dos gases quentes. A convecção ocorre quando partes de um sistema se encontram em movimento e transportam consigo o calor recebido, tanto pelo contacto com partes mais quentes como pela movimentação de calor no seu interior, devida à dissipação interna.

A convecção é afectada pela geometria do ambiente onde se desenvolve a combustão, a natureza do seu escoamento (natural ou forçado), bem como pelas propriedades termodinâmicas dos gases. É de referir que se considera convecção natural quando a movimentação do fluido ocorre devido a variações de temperatura, mas passa a ser designada por convecção forçada quando esta ocorre devido a uma reacção mecânica exterior [1].

2.3.1.3. Radiação

A radiação é um método de transmissão onde o calor à superfície de um corpo é transformado e se movimenta segundo as leis da termodinâmica em radiação magnética, como é dito no livro do Professor Leça Coelho. A radiação de calor é em tudo semelhante e análoga à radiação luminosa, mas tem um campo de variação maior, que inclui a radiação luminosa (no caso da chama), encontrando-se no domínio dos infravermelhos e dos ultra-vermelhos. Desta forma, quando esta radiação atinge uma superfície, é parcialmente reflectida, parcialmente transmitida e também parcialmente absorvida, degradando-se em calor. Assim, tem-se uma transferência de calor resultante de uma radiação magnética.

Em particular na propagação de um incêndio, a radiação assume um papel muito importante devido à troca de energia que acontece entre as várias superfícies existentes no local e a emissão e absorção por gases e fuligem. Note-se que a emissão e a absorção são dois fenómenos diferentes: à transformação de radiação em calor dá-se o nome de absorção, e emissão designa a transformação de calor em radiação. Tal ocorre, pois todo o corpo que emite radiação é susceptível de absorver radiação da mesma composição espectral [1].

2.3.2. Causas e Desenvolvimento de um Incêndio

2.3.2.1. Condições Gerais para a Ocorrência de um Incêndio

Como já é bem sabido, um incêndio é uma combustão, sendo por isso mesmo caracterizado pelo aparecimento da fonte de ignição (normalmente uma chama), que depois é mantida e sustentada pelos materiais presentes, levando consequentemente à sua propagação. Com o desenvolvimento do incêndio, há também a libertação de calor e a emissão de gases e fumos, até a combustão terminar. Porém, durante este processo, parte dos gases emitidos são também combustíveis e potenciam ainda mais a combustão.

Assim sendo, pode-se afirmar que durante este processo energético se dá:

- O consumo de oxigénio;

- A produção de vapor de água, monóxido e dióxido de carbono;
- A formação de diversos subprodutos a partir das substancias que foram sujeitas à combustão.

De uma forma simples e directa, para que um incêndio ocorra é necessário que três elementos estejam presentes no mesmo local, ao mesmo tempo. Estes elementos são:

- O combustível: corpo susceptível de sofrer combustão (papel, madeira, plástico, gasolina, óleo, gás, etc.);
- O comburente: gás que reage com o combustível, tornando a combustão possível (normalmente, oxigénio);
- A energia de activação: fonte de calor que dá início ao processo de combustão (geralmente, uma chama).

A presença conjunta e simultânea destes elementos é comummente designada por triângulo do fogo e é representada da seguinte forma:



Fig. 2.2 – Triângulo do fogo [26]

Como já foi referido em pontos anteriores, é ainda de ter em conta que é necessário, na fase gasosa, que haja um equilíbrio na percentagem da mistura dos gases libertados pelos materiais combustíveis e o comburente. Note-se que a fonte de calor que desencadeia o processo vai causar uma alteração térmica ao nível do combustível, modificando as suas propriedades químicas e físicas de uma forma única, que varia de acordo com as características do material.

Assim sendo, quando a temperatura de um dado combustível sólido atinge um determinado valor, este material, por acção do calor, começa a emitir gases de decomposição que, por sua vez, são também combustíveis. Após atingir este patamar de temperatura, a reacção passa a desenvolver-se em cadeia, dando continuidade à combustão. Daqui se conclui que surge um quarto novo elemento: a reacção em cadeia. Juntando este elemento aos três elementos anteriores, cria-se então o tetraedro do fogo [1]:

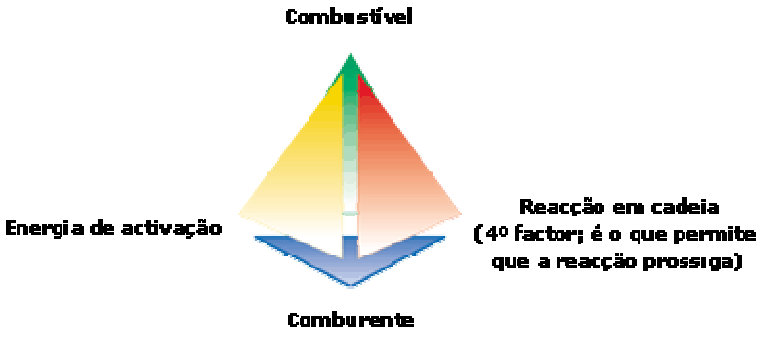


Fig. 2.3 – Tetraedro do fogo [27]

2.3.2.2. Fases de Desenvolvimento de um Incêndio

Um incêndio passa pelas seguintes fases ao desenvolver-se no interior de um edifício:

- Ignição;
- Propagação;
- Inflamação generalizada;
- Combustão contínua;
- Declínio.

Na figura abaixo, pode-se constatar a ordem e proporção destas fases ao longo do desenvolvimento de um incêndio real.

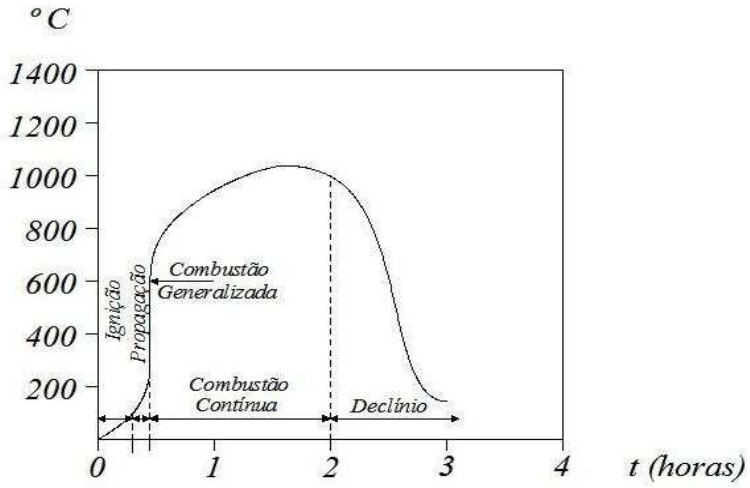


Fig. 2.4 – Fases de desenvolvimento de um incêndio real [1]

A fase da ignição já foi abordada no ponto anterior. Após esta fase estar concluída, o incêndio evolui para a fase da propagação, mas esta passagem depende de diversos parâmetros inerentes ao combustível e ao comburente, bem como às características do local onde ocorre o incêndio. Durante esta fase, o combustível disponível no compartimento é vital para o início do desenvolvimento do incêndio, libertando calor e, consequentemente, levando ao aumento de temperatura da atmosfera. Note-se que nesta fase o incêndio se pode extinguir devido a duas razões:

- Quantidade de combustível disponível é insuficiente – o que faz com que se diga que se trata de um *incêndio controlado pelo combustível*;
- Falta de comburente – neste caso diz-se que se trata de um *incêndio controlado pela ventilação*.

É de salientar ainda que os incêndios controlados pelo combustível são incêndios que ocorrem no exterior, onde a combustão é controlada pela área útil de material em contacto com o ar; enquanto os incêndios controlados pela ventilação são os que ocorrem no interior dos edifícios, onde, apesar de inicialmente estes incêndios serem controlados pelo combustível, é o fluxo de ar definido pelas aberturas dos compartimentos que controla a combustão.

Porém, se se superar esta fase e houver combustível e comburente suficientes para sustentar a combustão (não havendo a intervenção humana atempada), o incêndio continua, havendo um contínuo aumento da temperatura do espaço e libertação de gases combustíveis que se acumulam na zona superior do compartimento. Entra-se, assim, na fase de inflamação generalizada, que ocorre quando

aqueles gases atingem temperaturas entre os 450 e os 600ºC, havendo um aumento significativo da temperatura no interior do espaço em combustão devido à ocorrência do *flashover*. Este termo designa a ignição quase simultânea de todos os materiais num compartimento fechado. Quando no espaço em causa, há uma forte presença dos gases combustíveis libertados durante a combustão e, considerando também o aumento contínuo da temperatura, compreende-se que, quando estes gases atingem a temperatura de ignição, se dá a inflamação súbita destes e dá-se a generalização do fogo a todo o compartimento de uma forma rápida e abrupta. Mas, felizmente, na maior parte dos incêndios em edifícios, não se dá o *flashover*, devido ao ataque e combate atempados do incêndio e à acção dos processos de controlo de fumos.

É na fase seguinte de combustão contínua que o espaço em combustão é sujeito aos valores mais altos de temperatura, que podem ultrapassar os 1000ºC, se se tratar de um incêndio de grandes dimensões. Contudo, é de referir que a temperatura no interior de um local onde esteja a decorrer um incêndio não tem uma distribuição uniforme. O tecto é a superfície do compartimento onde se atingem as temperaturas mais altas, verificando-se que no pavimento e paredes a temperatura atinge valores menores. Este tipo de distribuição não uniforme resulta do movimento dos gases aquecidos no interior do espaço em causa, pois estes, devido à sua menor densidade e pressão, tendem a acumular-se na parte superior do compartimento, mas também devido à acção e própria morfologia das chamas, que tendem a alongar-se em direcção ao tecto.

É também, nesta fase, que se dá a queima da maior parte do material combustível. Porém, é comum verificar-se que a quantidade de material que sofre pirólise é superior à que pode ser consumida com a quantidade de comburente existente no interior do compartimento. Tal acontece, pois, durante a combustão, devido às altas temperaturas atingidas, dá-se a expulsão de gases quentes e subprodutos daquela para o ambiente exterior, entrando, consequentemente, mais oxigénio no compartimento em causa, o que leva a uma nova inflamação do incêndio e continuação da pirólise dos materiais.

Finalmente, atinge-se a fase de declínio onde se verifica o consumo do material combustível restante e um decréscimo acentuado da quantidade de energia térmica libertada.

Todavia só alguns incêndios passam por todas as fases acima descritas. Assim, caso se detecte o incêndio numa fase inicial e se actue rapidamente (antes de se atingir o *flashover*), através da intervenção dos bombeiros e da activação dos sistemas de extinção manual e/ou automática, como já se referiu antes, é possível salvar as pessoas que se encontrem no interior do edifício ou recinto e, às vezes, até alguns bens materiais. No caso da correcta evacuação dos utilizadores do espaço onde o incêndio deflagrou, a importância centra-se sobretudo nas condições de controlo de fumos do edifício, para que as pessoas possam sair, de uma forma rápida e sem sofrerem as acções nocivas das altas temperaturas e gases prejudiciais libertados ao longo das várias fases do incêndio. Porém, podem ainda existir outros condicionantes que podem evitar que o incêndio atinja a inflamação generalizada, nomeadamente a insuficiência de comburente, devido a más condições de ventilação do local, que vão fazer com que o incêndio se extinga a si mesmo [1].

2.3.3. CURVAS TEMPERATURA-TEMPO

Considerando a grande dificuldade que existe em avaliar e analisar o desenvolvimento de um incêndio real e também em simular um incêndio real no interior de um compartimento, estudou-se o fenómeno até ser possível defini-lo matematicamente. Em face disto, definiram-se modelos matemáticos normalizados que descrevem as curvas-tipo do desenvolvimento da temperatura no interior de um compartimento, ao longo do tempo de duração do incêndio. Para obter estas curvas, recorreu-se à

resolução de equações de balanço de energia para o compartimento em estudo, tendo em conta condições-fronteira específicas. Após várias simulações e comparações, constatou-se frequentemente que, para situações de combustão contínua e em regime de ventilação controlada, as curvas temperatura-tempo apresentam valores parecidos, assemelhando-se à curva de incêndio padrão ISO 834, que se ilustra na figura Fig. 2.5 a seguir. É de salientar que isto não é válido para o incêndio real, cuja curva, como já se viu antes na Fig. 2.4, tem um comportamento bastante diferente do da ISO 834.

A curva ISO 834 define, então, o processo térmico normalizado a que são submetidos os elementos de construção em termos dos ensaios que permitem traduzir a evolução do incêndio padrão, para efeitos de estudo de resistência ao fogo, sendo obtida a partir da seguinte equação:

$$\theta_g = \theta_0 + 345\log_{10}(8t+1) \quad (^{o}C) \qquad (2.6a)$$

Onde:

θ_g – temperatura, em graus Celsius, ao fim do tempo t, em minutos;

θ_0 – temperatura inicial do compartimento onde está a decorrer o incêndio;

t – tempo, em minutos, de duração do incêndio.

Como se assume que a temperatura inicial é de 20 ºC, a equação acima passa a ter o seguinte aspecto:

$$\theta_g = 20 + 345\log_{10}(8t+1) \quad (^{o}C) \qquad (2.6b)$$

Geralmente, a curva de incêndio padrão ISO 834 representa um incêndio onde a carga de incêndio do edifício tipo advém sobretudo de materiais como: madeira, papel, tecido, etc. Desta forma, ao observar na figura seguinte o desenvolvimento desta curva, pode-se constatar que ela não apresenta as fases de propagação nem de declínio.

É ainda de salientar que, na Fig. 2.5, a temperatura apresenta um crescimento monótono, o que não acontece na curva do incêndio real, onde se vê a sua diminuição, ao entrar na fase de declínio.

Note-se que a curva ISO 834 é uma curva que permite definir a resistência ao fogo dos materiais, em minutos, sendo o valor máximo definido regulamentarmente de 360 minutos.

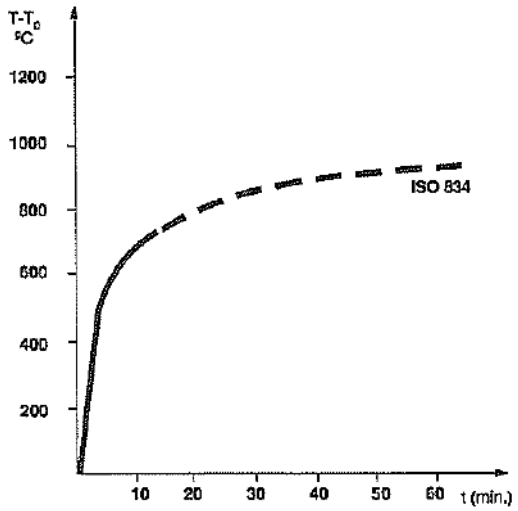


Fig. 2.5 – Representação gráfica da curva de incêndio padrão ISO 834 [1]

Contudo, para além da curva de incêndio padrão, encontram-se definidas, no Eurocódigo 1, mais duas curvas nominais:

- *Curva de incêndio para elementos exteriores*, definida pela expressão:

$$\theta_g = 660(1 - 0{,}687e^{-0{,}32t} - 0{,}313e^{-3{,}8t}) + 20 \quad (^{o}C) \tag{2.7}$$

- *Curva de incêndio de hidrocarbonetos*, definida pela expressão:

$$\theta_g = 1080(1 - 0{,}325e^{-0{,}167t} - 0{,}675e^{-2{,}5t}) + 20 \quad (^{o}C) \tag{2.8}$$

De modo a ser possível comparar o desenvolvimento das três curvas, recorreu-se à figura seguinte, onde se constata que a curva para elementos exteriores é a menos severa, seguindo-se da curva padrão, sendo a curva de incêndio de hidrocarbonetos a que demonstra maior severidade, uma vez que foi desenvolvida para representar incêndios em indústrias petroquímicas [47].

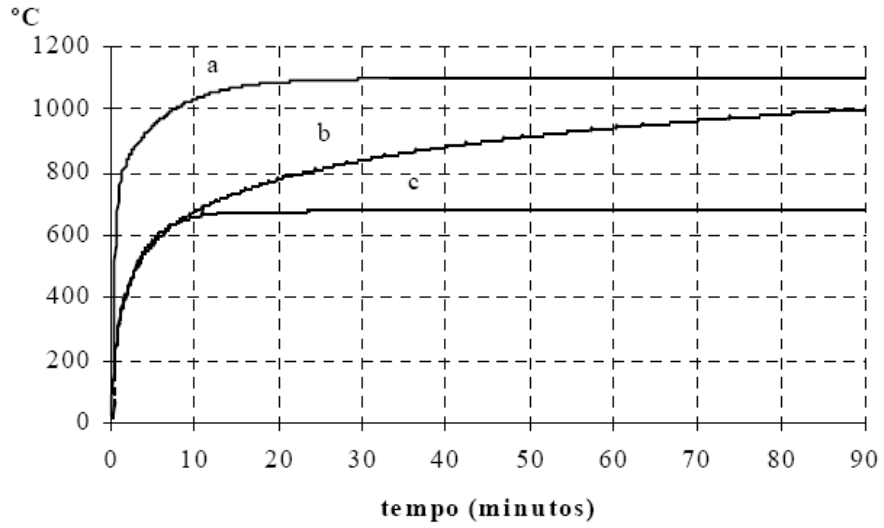


Fig. 2.6 – Representação gráfica das curvas de incêndio definidas no Eurocódigo 1

2.3.4. Carga de Incêndio de um Compartimento

Antes de abordar o conceito de carga de incêndio, convém definir a noção de poder calorífico de um corpo combustível, uma vez que estes estão interligados. Desta forma, o poder calorífico de um dado corpo combustível é definido pela quantidade de calor que aquele liberta ao sofrer a combustão completa da sua massa unitária.

Tal como já se constatou, o material combustível e a forma como este está distribuído no compartimento têm um grande peso no desenvolvimento do incêndio. O impacto que o conteúdo de um espaço tem sobre o desenvolvimento do incêndio é traduzido pelo conceito de carga de incêndio.

Assim sendo, a carga de incêndio de um compartimento é o potencial calorífico libertado do conjunto dos materiais combustíveis existentes nesse espaço, onde a carga é obtida a partir do somatório dos produtos das massas de cada material pelo seu poder calorífico. Note-se que as unidades utilizadas para exprimir este parâmetro são *kJ* ou *kcal*. No quadro seguinte, apresentam-se alguns valores de carga de incêndio para alguns tipos de edifícios.

Quadro 2.12 – Carga de Incêndio Média de Alguns Tipos de Ocupação

Tipo de Ocupação	Carga de Incêndio Média ($MJ.m^{-2}$)
Apartamento (2 quartos)	150,0
Apartamento (3 quartos)	139,0
Escritórios em geral	114,0
Universidades	61,1
Escolas em geral	80,4
Hospitais	116,0
Hotéis	67,0

Todavia, a previsão de carga de incêndio nem sempre é tarefa fácil, uma vez que, entre outras razões, há uma parte que normalmente se designa por carga móvel independente da construção e que, naturalmente, não permanece constante ao longo do tempo de vida do edifício.

2.3.5. Densidade de Carga de Incêndio Modificada

Do ponto anterior sabe-se que a carga de incêndio de um determinado compartimento é definida como a quantidade total de calor (Q) libertada pela combustão completa de todo o material combustível presente no espaço onde ocorre o incêndio, entre os quais se encontram: revestimentos de paredes, pavimentos e/ou tectos, mobiliário e materiais armazenados, elementos decorativos, bem como a sua estrutura resistente e não-resistente. Porém, em termos práticos de cálculo, importa sobretudo saber a densidade de carga do compartimento, que é definida como a carga de incêndio por unidade de área do compartimento.

Para entrar em linhas de conta com certos factores de risco associados à carga de incêndio, Portugal, à semelhança do que é feito noutros países, definiu na nova regulamentação, onde atribui à densidade de carga de incêndio coeficientes correctivos, de acordo com o grau de perigosidade e ao índice de

activação dos combustíveis, dando assim origem a um novo parâmetro: a densidade de carga modificada.

Consultando o Despacho 2074, de 15 de Janeiro de 2009, lá estão definidos os critérios técnicos para a determinação da densidade de carga de incêndio modificada. Este parâmetro pode ser, então, calculado segundo duas formas distintas:

- *Cálculo determinístico*, se souber de antemão a quantidade e a qualidade dos materiais existentes no compartimento em causa;
- *Cálculo probabilístico*, se for necessário utilizar resultados estatísticos do tipo de actividade exercida no compartimento em causa.

2.3.5.1. Cálculo da Carga de Incêndio Modificada: Método Determinístico

De acordo com o Despacho 2074/2009, a densidade de carga de incêndio modificada (q_s), em MJ/m^2, de cada *compartimento corta-fogo afecto às utilizações tipo XI e XII* (ver capítulo 4), é calculada pela seguinte fórmula:

$$q_s = \frac{\sum_{i=1}^{N_c} M_i \, H_i \, C_i \, R_{ai}}{S} \quad (MJ / m^2) \qquad (2.9)$$

Onde:

M_i – massa, em kg, do constituinte combustível (i);

H_i – poder calorífico inferior, em MJ/kg, do constituinte combustível (i), que se encontra definido no quadro I do Despacho 2074;

C_i – coeficiente adimensional de combustibilidade do constituinte combustível (i), definido no artigo 6º do mesmo documento (sendo de 1,00 para risco baixo, 1,30 para risco médio e 1,60 para risco alto);

R_{ai} – coeficiente adimensional de activação do constituinte combustível (i), estipulado no artigo 7º do mesmo Despacho (assumindo como valor de risco de activação:1,00 para risco baixo, 1,50 para risco médio e 3,00 para risco alto);

N_c – número de constituintes combustíveis presentes no compartimento;

S – área útil do compartimento corta-fogo, em m^2.

2.3.5.2. Cálculo da Carga de Incêndio Modificada: Método Probabilístico

A densidade de carga de incêndio modificada (q_s), em MJ/m^2, de cada *compartimento corta-fogo, pode ainda ser calculada, para as actividades inerentes às utilizações-tipo XI e XII, excepto armazenamento*, da seguinte forma:

$$q_s = \frac{\sum_{i=1}^{N_a} q_{si}\, S_i\, C_i\, R_{ai}}{\sum_{i=1}^{N_a} S_i} \quad (MJ/m^2) \qquad (2.10)$$

Onde:

q_{si} – densidade de carga de incêndio relativa ao tipo de actividade (i), definido no quadro II do Despacho 2074/2009;

S_i – área afecta à zona de actividade (i), em m^2;

C_i – coeficiente adimensional de combustibilidade do constituinte combustível de maior risco de combustibilidade presente na zona de actividade (i), como é definido no artigo 6º do Despacho 2074/2009;

R_{ai} – coeficiente adimensional de activação do constituinte combustível (i), como é definido no artigo 7º do Despacho, em função do tipo de actividade da zona (i);

N_a – número de zonas de actividades distintas.

Para *actividades de armazenamento*, utiliza-se a expressão:

$$q_s = \frac{\sum_{i=1}^{N_{ar}} q_{vi}\, h_i\, S_i C_i\, R_{ai}}{\sum_{i=1}^{N_{ar}} S_i} \quad (MJ/m^2) \qquad (2.11)$$

Onde:

q_{vi} – densidade de carga de incêndio por unidade de volume relativa à zona de armazenamento (i), em MJ/m^3, conforme definido no quadro II do Despacho 2074/2009;

h_i – altura de armazenagem da zona de armazenamento (i), em m;

S_i – área afecta à zona de armazenamento (i), em m^2;

C_i – coeficiente adimensional de combustibilidade relativo ao constituinte combustível armazenado na zona (i), de acordo com o artigo 6º do Despacho 2074/2009;

R_{ai} – coeficiente adimensional de activação do constituinte combustível armazenado na zona (i), de acordo com o quadro II do Despacho 2074/2009;

N_{ar} – número de zonas de armazenamento distintas.

2.3.5.3. Totalidade da Utilização-Tipo no Cálculo da Carga de Incêndio Modificada

Este parâmetro é fundamental para o cálculo da densidade de carga de incêndio modificada (*q*), da totalidade dos compartimentos corta-fogo das utilizações-tipo XI e XII, sendo o seu valor determinado através da seguinte expressão:

$$q = \frac{\sum_{k=1}^{N} q_{Sk}\, S_k}{\sum_{k=1}^{N} S_k} \quad (MJ / m^2) \qquad (2.12)$$

Onde:

q_{Sk} – densidade de carga de incêndio modificada, em MJ/m^2, de cada compartimento corta-fogo (*k*), calculada de acordo com os métodos descritos nos pontos 2.3.5.1. e 2.3.5.2.;

S_k – área útil de cada compartimento corta-fogo (k), em m^2;

N – número de compartimentos corta-fogo.

3

CONCEITOS GERAIS DE CONTROLO DE FUMOS

3.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Dada a complexidade e vastidão de campos abrangidos pela Segurança Contra de Incêndio em Edifícios, este capítulo dedica-se à contextualização do leitor com o âmbito particular do Controlo de Fumos.

Como é do senso comum, para que os edifícios demonstrem uma adequada segurança contra incêndio é fundamental que, pelo menos, certos espaços estejam dotados de sistemas de controlo de fumos. Estes sistemas têm como objectivo garantir que, pelo menos durante um determinado período de tempo, se mantêm as condições ambientais necessárias para a correcta evacuação dos utilizadores do edifício, controlando os fumos e os gases tóxicos libertados durante o incêndio.

O controlo de fumos acima referido pode ser efectuado através da desenfumagem dos locais ou por um jogo de pressões diferenciadas, de modo a controlar o movimento dos fumos da forma mais conveniente. Desta forma, os espaços que têm que possuir sistemas de controlo de fumos são os seguintes:

- Vias horizontais de evacuação enclausuradas;
- Vias verticais de evacuação enclausuradas;
- Galerias de ligação entre edifícios (desde que sejam interiores);
- Galerias de ligação entre corpos do mesmo edifício (sempre que sejam interiores);
- Arquivos;
- Depósitos;
- Arrecadações;
- Cozinhas;
- Pátios interiores (se forem cobertos);
- Outros espaços considerados nos vários regulamentos de segurança contra incêndio.

Note-se que, ao longo deste capítulo, abordar-se-á, para além dos conceitos gerais necessários à compreensão deste tema, a necessidade de existir controlo de fumos e gases tóxicos, bem como a descrição do fenómeno e suas características. Por outro lado, também se discutirá como lidar com o incêndio caso ele deflagre numa das mais diversas áreas constituintes de um edifício, referindo os vários sistemas de controlo de fumos possíveis para cada caso [1].

3.2. DEFINIÇÕES DE CONCEITOS DE CONTROLO DE FUMOS

3.2.1. CONCEITOS GERAIS

Os conceitos que se apresentam em seguida são intrínsecos à área do Controlo de Fumos, sendo, por isso, relevante que o leitor os conheça e compreenda [1].

- *Abertura de cobertura*: abertura, situada na cobertura de um edifício, de comando automático ou manual, cuja função é evacuar o calor e o fumo produzidos durante o incêndio;
- *Abertura de fachada*: abertura, localizada na fachada de um edifício, de comando automático ou manual, concebida para evacuar o calor e o fumo produzidos durante o incêndio;
- *Antecâmara ventilada*: vestíbulo protegido, equipado com meios de ventilação ligados a um ambiente de ar livre;
- *Anteparo* ou *painel de cantonamento*: painel de separação vertical, montado internamente no tecto ou telhado, que visa ser um obstáculo ao escoamento lateral de fumos e gases resultantes da combustão;
- *Chamada de ar*: corrente de ar acelerada em direcção a um fogo, que fornece ar à combustão;
- *Conduta de desenfumagem*: conduta que serve para a retirada e evacuação de fumo, em caso de incêndio, da zona afectada;
- *Controlo mecânico de fumo*: tem o mesmo significado que desenfumagem mecânica (ver abaixo);
- *Controlo natural de fumo*: tem o mesmo significado que desenfumagem mecânica (ver abaixo);
- *Desenfumagem ou controlo de fumo*: meios e medidas utilizados para controlar a propagação de fumos e gases resultantes da combustão, num edifício, durante um incêndio;
- *Desenfumagem mecânica*: controlo de fumo através de meios mecânicos;
- *Desenfumagem natural*: controlo de fumo através de meios naturais, utilizando sobretudo as correntes de convecção criadas durante um incêndio;
- *Extracção de fumo*: medidas tomadas para extrair o fumo e gases quentes resultantes da ocorrência de um incêndio do edifício em causa;
- *Extractor* ou *exaustor*: ventilador utilizado para retirar o fumo e gases quentes, em caso de incêndio, podendo ser fixo (incorporado no edifício) ou móvel (normalmente instalado pelos bombeiros);
- *Estratificação de fumo*: fenómeno da acumulação de fumo em camadas num compartimento, devido aos efeitos térmicos, em situações de ausência de turbulência;
- *Exaustor de fumo*: tem o mesmo significado que *abertura de cobertura*;
- *Fumo desestratificado*: fumo que, devido às condições no interior do compartimento, já não se encontra estratificado;
- *Plano de pressão neutra*: plano de nível num edifício onde as pressões interior e exterior são iguais;
- *Porta "corta-fumo"*: porta desenhada para atrasar a propagação do fumo durante o incêndio;
- *Pressurização*: criação de um gradiente de pressão, através de uma barreira para proteger uma escada, um vestíbulo, um caminho de evacuação ou um compartimento de um edifício contra a entrada de fumo no espaço protegido;

- *Registo de controlo de fumo*: dispositivo móvel de controlo de fumo aberto ou fechado na sua posição normal, podendo ser de comando automático ou manual;
- *Sistema de desenfumagem* ou *controlo de fumo*: sistema constituído por exaustores (aberturas de cobertura), aberturas de fachada, extractores, etc., permanentemente instalados no edifício, para garantir a correcta desenfumagem deste em caso de incêndio;
- *Tiragem*: diferença de pressão devido ao gradiente de temperaturas existente num dado espaço, que, por sua vez, causa a movimentação do ar no seu interior, seja uma conduta, chaminé ou um recinto fechado;
- *Tomada de ar*: abertura através da qual se fornece ar fresco;
- *Zona* ou *cantão de desenfumagem*: volume livre entre o pavimento e o tecto ou telhado do espaço, sendo delimitado pelos anteriores ou por painéis de cantonamento.

Outros autores destacam ainda os conceitos abaixo [2]:

- *Altura de fumo*: valor da medida vertical do volume de fumo, este valor coincide com a espessura máxima admissível da camada de fumo;
- *Altura livre de fumo*: valor da distância vertical do volume livre de fumo, medida desde o pavimento do cantão até ao nível inferior da zona enfumada*;*
- *Altura de referência*: valor obtido pela média aritmética dos pés-direitos máximo e mínimo de um determinado cantão;
- *Barreira*: elemento construtivo suspenso do tecto de um edifício, cuja função é separar dois cantões contíguos, de modo a garantir que não há invasão de fumo de um cantão para o outro*;*
- *Cantão*: volume delimitado cuja função é conter a propagação da camada de fumo;
- *Exutor*: equipamento instalado na cobertura dos edifícios, que se abre em caso de incêndio para provocar a saída dos fumos e gases, bem como do calor produzidos +pela combustão para o ambiente exterior, causando um varrimento natural (acção inerente à desenfumagem natural);
- *Fumo*: mistura gasosa resultante da combustão de materiais combustíveis, constituída pelos gases libertados por estes materiais e ar quente, cuja movimentação dentro do espaço se deve à acção do gradiente térmico existente neste local;
- *Insuflador de ar*: mecanismo que insufla ar fresco numa conduta distribuidora de ar para posterior distribuição deste pelas condutas de insuflação de ar durante o incêndio;
- *Obturador*: dispositivo responsável pela correcta transição de gases, por exemplo, entre uma conduta horizontal de recolha de fumo e uma conduta vertical colectora, comum aos pisos de um edifício em altura, entre a conduta de distribuição de ar e as condutas horizontais de insuflação ou outros casos equivalentes;
- *Zona* ou *cantão de desenfumagem*: volume livre entre o pavimento e o tecto ou telhado do espaço, sendo delimitado pelos anteriores ou por painéis de cantonamento.

3.2.2. Conceitos Definidos na Regulamentação

Alguns dos conceitos anteriores, já foram definidos no Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio (RTSCIE), encontrando-se em seguida as suas definições de acordo com a legislação [1]:

- *Exaustor de fumos*: dispositivo instalado na cobertura de um edifício, que é susceptível de ser aberto em caso de incêndio, de modo a permitir a saída dos fumos para o exterior de forma natural;

- *Área livre de um vão de fachada, de uma boca de ventilação ou de um exaustor de fumos*: área geométrica interior da abertura efectivamente desobstruída para a livre passagem de ar, considerando a eventual presença de grelhas;
- *Área útil de um vão de fachada, de uma boca de ventilação ou de um exaustor de fumo*: área equivalente de abertura para passagem de fumos, considerando a influência dos ventos e eventuais deformações que venham a ser causadas pela acção do aquecimento excessivo;
- *Painel de cantonamento*: superfície vertical de separação, constituída tanto por componentes de construção do edifício ou então por quaisquer outros elementos rígidos e estáveis, desde que estes sejam, por sua vez, construídos com materiais de classe M0, apresentando uma classe de resistência ao fogo do tipo EF 15. Este tipo de painel deve ser instalado no tecto ou telhado de um local, de modo a prevenir a propagação horizontal de fumos;
- *Pé-direito de referência*: valor obtido através da média aritmética do valor do maior e menor dos pés-direitos de um determinado local, caso estes tenham valores diferentes;
- *Zona livre de fumos*: volume delimitado pelo pavimento e a superfície interior dos painéis de cantonamento ou, caso estes dispositivos não existam no local, a face inferior dos lintéis das portas;
- *Zona enfumada*: volume delimitado pela cobertura ou tecto e a zona livre de fumos.

3.3. OBJECTIVOS E NECESSIDADE DO CONTROLO DE FUMOS

Como já se viu ao longo deste trabalho, o fumo é um subproduto inevitável de um incêndio, devido à queima de materiais existentes no local. De modo a diminuir, ou mesmo eliminar, os riscos que advêm da combustão destes materiais, é então vital fazer com que o fumo produzido, uma vez que a sua produção não pode ser evitada, seja pelo menos controlado.

Como tal, almeja-se atingir três objectivos principais:

- Utilizabilidade dos locais;
- Salvaguarda dos bens materiais;
- Redução da propagação do fogo.

Com a utilizabilidade dos locais pretende-se fazer com que, apesar da opacidade dos fumos produzidos e da toxicidade inerente aos gases libertados durante a combustão, os utilizadores tenham condições de visibilidade e qualidade do ar dentro de mínimos razoáveis dentro do edifício. Desta forma, pretende-se encaminhar o fumo e gases para outros locais onde não afectem a evacuação das pessoas e/ou a intervenção dos bombeiros seja facilitada.

No caso da salvaguarda dos bens materiais, como o próprio nome indica, pretende-se evitar que os bens materiais particularmente importantes (devido ao seu valor monetário e/ou sentimental) sofram danos devido à acção das altas temperaturas atingidas pelos gases inerentes à combustão.

Relativamente ao último ponto acima mencionado, é uma reacção lógica impedir que o incêndio se alastre a outras zonas, com materiais susceptíveis de inflamação por acção do calor, sendo, por isso, importante fazer com que os caminhos de deslocação dos fumos e gases evitem este tipo de locais.

Note-se que, para que estes conceitos sejam atingidos, são necessárias uma concepção e uma execução da instalação de sistemas de controlo de fumos adequadas, mas sem esquecer que as medidas arquitectónicas também devem ter em conta tais objectivos, de modo a que se possa obter uma desenfumagem eficaz [2].

É especialmente importante garantir que há um correcto controlo de fumos nas vias de evacuação, de modo a que os valores atingidos pela temperatura, radiação, visibilidade e concentração dos gases tóxicos, não sejam um risco para a segurança dos utilizadores do edifício durante um incêndio e também não prejudiquem a acção dos serviços de combate.

Dos parâmetros acima referidos, destaca-se em particular a visibilidade, pois a produção de fumos leva a uma considerável redução desta, o que consequentemente afecta a evacuação das pessoas. Com o decréscimo da visibilidade, as pessoas começam a demonstrar menor velocidade de deslocação, maior instabilidade emocional e desorientação, levando à interrupção do movimento e eventualmente a ataques de pânico [1].

Daqui se constata a necessidade e importância de um eficaz e eficiente controlo de fumos, com vista a minimizar as consequências de um incêndio, pois os gases tóxicos são os responsáveis directos da maioria das baixas humanas durante os incêndios.

3.4. EFEITOS DURANTE O INCÊNDIO

3.4.1. EFEITO DE IMPULSÃO

Os fumos gerados durante um incêndio estão a uma temperatura bastante superior à temperatura ambiente, o que leva ao decréscimo da sua massa volúmica e, consequente, ascensão no seio do ar. Tal leva a um aumento de pressão na zona superior do compartimento e na zona inferior ao plano neutro de pressões dá-se a correspondente diminuição. Esta alteração das pressões é, então, responsável pela entrada de fumo nos compartimentos adjacentes ao espaço sinistrado, se existirem comunicações entre eles.

Este fenómeno foi alvo de várias análises e estudos, até que se obteve a equação seguinte capaz de o traduzir [1]:

$$\Delta P = g \cdot \rho_e \cdot h \cdot \theta_e \cdot \left(\frac{1}{\theta_e} - \frac{1}{\theta_i} \right) \qquad (3.1)$$

Onde:

ΔP – diferença de pressão entre o exterior e o interior do compartimento;

g – aceleração gravítica;

ρ_e – massa volúmica do ar à temperatura exterior;

h – variável correspondente à altura do compartimento;

θ_e – temperatura exterior;

θ_i – temperatura interior.

Assim, a diferença de pressão entre dois locais adjacentes é efectivamente a responsável pelo movimento ascensional dos fumos, fazendo também com que estes se escoem por aberturas existentes nas zonas superiores dos compartimentos.

Note-se que se, por exemplo, a altura *h* for medida em relação ao plano de pressão neutra, a expressão (3.1) dá a diferença de pressão relativamente a esse plano.

Para uma melhor compreensão do fenómeno e deste efeito, convém analisar as figuras seguintes.

Analisando um determinado compartimento, onde a temperatura interior é inferior à exterior, em cada um destes ambientes gera-se um diagrama de pressões, sendo o declive do diagrama de pressões resultante da temperatura exterior maior que o resultante da temperatura interior, como se exemplifica na Fig. 3.1. Assim, ao existir uma abertura na parede que separa estes dois ambientes, os dois diagramas de pressão somam-se, como se pode ver na figura referida, dando origem ao diagrama final de pressões que, posteriormente, se apresentam nas figuras Fig. 3.2 e Fig. 3.3.

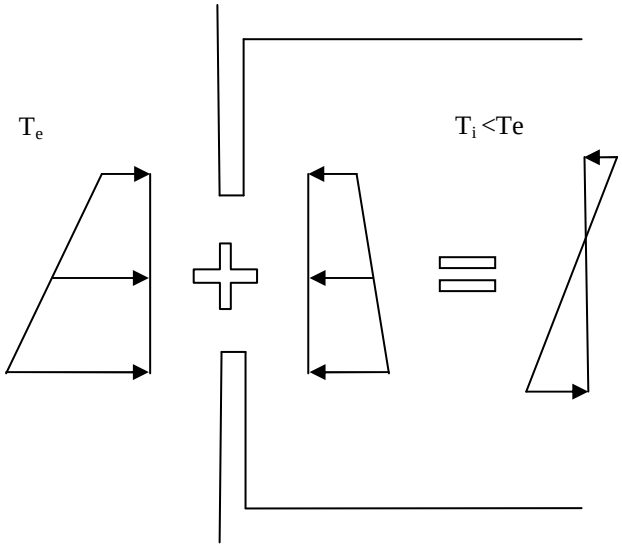


Fig. 3.1 – Esquema exemplificativo do somatório de diagramas de pressões

Na figura 3.2, representa-se a situação onde a temperatura interior é inferior à exterior e, na figura 3.3, tem-se o caso contrário, onde a temperatura interior é superior à exterior.

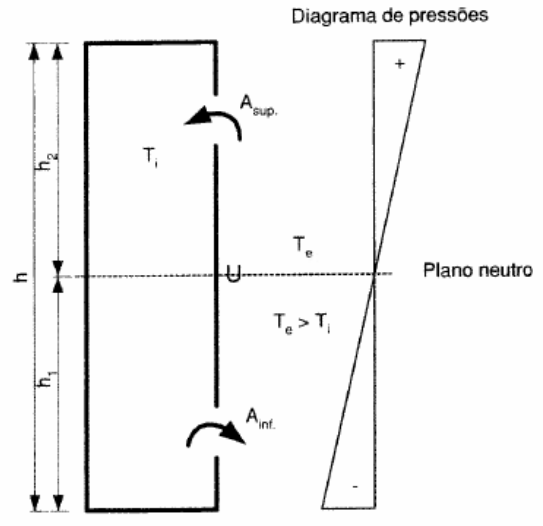


Fig. 3.2 – Diagrama de pressões, com temperatura interior inferior à exterior [1]

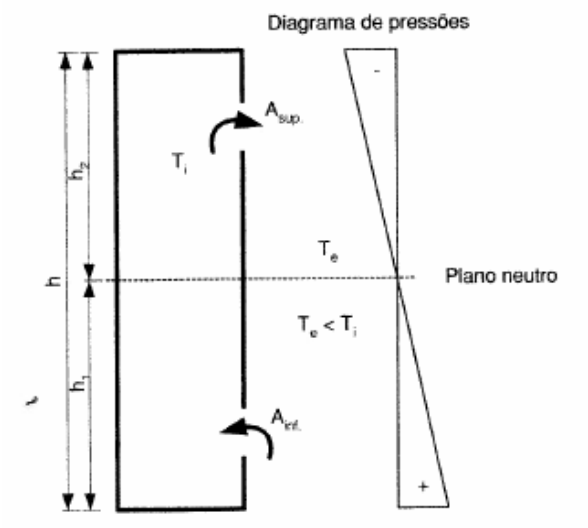


Fig. 3.3 – Diagrama de pressões, com temperatura interior superior à exterior [1]

Nas figuras acima, tem-se:

h_1 – altura resultante da diferença entre a cota do pavimento do compartimento e a cota do plano neutro;

h_2 – altura resultante da diferença entre a cota do plano neutro e a cota do tecto do compartimento;

A_{inf} – abertura inferior;

A_{sup} – abertura superior;

T_e – temperatura exterior;

T_i – temperatura interior.

3.4.2. EFEITO DE CHAMINÉ

O efeito de chaminé pressupõe a libertação dos gases no topo da construção (chaminé) e depende da diferença de temperaturas (interior e exterior) e da altura da chaminé.

Note-se que esta diferença de temperatura gerada pelo incêndio entre os dois ambientes pode, ao fim de poucos minutos, atingir valores da ordem das centenas de graus centígrados, gerando, consequentemente, um gradiente de pressões. Assim sendo, devido ao facto de o ar no interior do edifício estar mais quente e, consequentemente, ter uma menor massa volúmica, desenvolve-se um movimento ascensional ao longo dos espaços verticais existentes, criando chaminés de escoamento. É ainda de salientar que a intensidade deste movimento é directamente proporcional à diferença de temperaturas entre os ambientes interior e exterior, sendo sentido mais em edifícios com algum desenvolvimento vertical, como se pode ver na figura a seguir (Fig. 3.4).

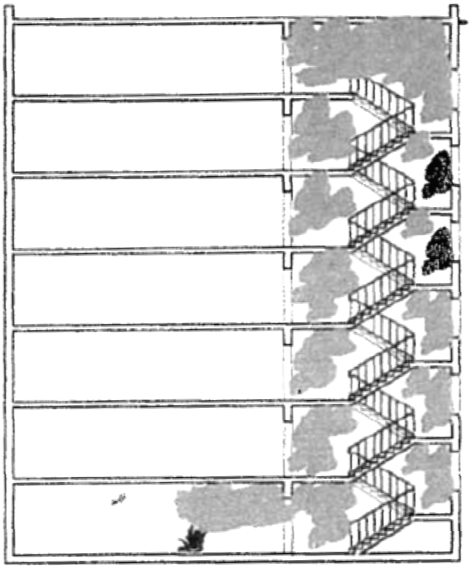


Fig. 3.4 – Efeitos de impulsão e chaminé combinados, numa caixa de escadas [1]

3.4.3. EFEITO DE EXPANSÃO

Este efeito, por sua vez, resulta da influência das temperaturas sentidas no interior do espaço onde está a decorrer o incêndio. Como já se referiu, o contínuo aumento de temperatura leva a uma alteração da densidade e do volume dos gases libertados durante a combustão.

Ora, se a envolvente do espaço é muito permeável, este aumento da pressão interna dos gases quase não tem expressão, pois não se faz sentir. Mas, se a envolvente em causa for pouco permeável, o acréscimo na pressão interna resultante da expansão dos gases torna-se bastante perigosa, devendo, por isso, ser devidamente estudada.

Do estudo e análise deste efeito obteve-se a seguinte expressão (3.2), onde se destaca a forte influência que a temperatura no interior do espaço e a permeabilidade da envolvente têm sobre a variação da pressão nesse mesmo local. Note-se que este fenómeno da expansão não é relevante para espaços onde há aberturas, nomeadamente portas, janelas ou outro tipo de aberturas, uma vez que estas permitem escoamentos significativos, não havendo grandes perdas de carga [1].

$$\Delta P = \frac{P \cdot (\Delta\theta \cdot V)^2}{2R \cdot (A_e \cdot C_d)^2 \cdot \theta_{abs}{}^3} \qquad (3.2)$$

Onde:

ΔP – diferença de pressão entre o exterior e o interior do compartimento;

P – pressão no interior do compartimento;

$\Delta\theta$ – diferença de temperatura no intervalo de tempo considerado (note-se que, neste caso, este coeficiente representa o aumento de temperatura sentido);

V – volume do compartimento;

R – constante do gás perfeito do ar;

A_e – área das aberturas;

C_d – coeficiente de resistência ao escoamento;

θ_{abs} – temperatura absoluta no interior do compartimento.

3.4.4. Efeito da Acção do Vento

A acção do vento sobre a fachada de um edifício tem bastante peso sobre o perfil de pressões que aí se desenvolvem, repercutindo-se, posteriormente, sobre a movimentação dos fumos e gases resultantes do incêndio.

Porém, este efeito depende por sua vez de alguns parâmetros, dos quais se destacam os seguintes:

- Dimensões do edifício;
- Relação dessas dimensões em planta;
- Permeabilidade das fachadas;
- Velocidade do vento;
- Altura do edifício;
- Características da vizinhança do edifício.

Num caso de análise hipotética em que as fachadas de um determinado edifício fossem totalmente estanques, a acção do vento sobre estas superfícies em situação de incêndio seria nula. Todavia, tal não acontece na vida real, uma vez que as fachadas não são completamente estanques, para além de que, devido ao incremento de temperatura durante o incêndio e consequente aumento da pressão interior, se dá a quebra dos envidraçados. Desta forma, a quebra dos envidraçados pode levar a duas possíveis situações, dependendo do facto de esta abertura se situar numa fachada oposta à fachada que sofre a acção do vento, ou de se encontrar na fachada sobre a qual o vento actua directamente. Assim sendo, quando a abertura pertence:

- *À fachada oposta àquela onde se sente a acção do vento*: dá-se a saída dos fumos através da abertura em causa, devido às pressões negativas que aí se fazem sentir;
- *À fachada que sofre a acção directa do vento*: há uma maior probabilidade e possibilidade de penetração dos fumos nos espaços adjacentes, em função da acção da sobrepressão que se faz sentir no interior do compartimento.

Em seguida, apresenta-se a representação esquemática de um perfil de pressões criado sobre as fachadas e cobertura de um edifício-tipo, considerando a uma acção do vento horizontal, com sentido da esquerda para a direita, como se pode observar na figura 3.4 [1].

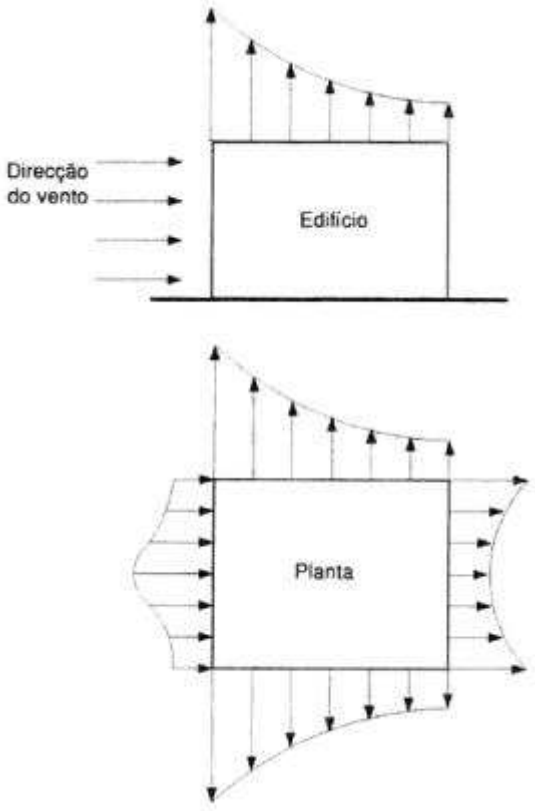


Fig. 3.5 – Perfil de pressões esquemático criado pela acção do vento [1]

3.5. PROCESSOS DE CONTROLO DE FUMOS

3.5.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Tal como já se referiu neste trabalho, o controlo de fumos de um edifício pode ser realizado através de desenfumagem ou sobrepressão de determinados espaços em relação àqueles que lhes são adjacentes. Em termos práticos, a desenfumagem é o processo através do qual se faz a substituição do ar viciado por ar novo, fazendo com que a visibilidade e características do ar melhore devido à menor concentração de fumos e gases tóxicos no interior dos espaços, podendo ser atingida através da utilização de meios naturais ou mecânicos. A sobrepressão, por seu lado, implica o aumento de pressão interior de um determinado espaço (normalmente vias de evacuação), em relação aos compartimentos adjacentes, de modo a que não seja possível a penetração de fumos e gases no seu interior.

Pode, então, dizer-se que a desenfumagem e a sobrepressão se complementam, pois, enquanto a desenfumagem pretende retirar os fumos e gases resultantes do processo de combustão, a sobrepressão pretende impedir que estes atinjam determinados espaços tidos como fulcrais para a evacuação dos utilizadores do edifício, ao criar uma hierarquia de pressões entre os diversos compartimentos e vias de evacuação no seu interior. Desta forma, podem, então, considerar-se as seguintes combinações possíveis para o controlo de fumos [1]:

Quadro 3.1 – Combinações de meios para controlo de fumos

Entrada de ar	Extracção de fumos
Natural	Natural
Mecânica	Mecânica
Natural	Mecânica
Mecânica	Natural

Contudo, convém não esquecer que a eficiência e eficácia dos sistemas implementados nos edifícios para controlo de fumos dependem de três factores relevantes:

- Proximidade dos pontos de extracção de fumos do foco do incêndio;
- Implementação dos sistemas adequados para o espaço em causa;
- Entrada atempada em funcionamento destes sistemas em caso de incêndio.

3.5.2. MÉTODOS DE CONTROLO DE FUMOS

Para além dos parâmetros anteriormente referidos, também o tipo das vias de evacuação (interiores ou exteriores), as características inerentes à compartimentação dos espaços e a geometria dos edifícios são outras condicionantes a ter em conta e que influenciam as opções de sistemas de controlo de fumos a implementar.

Em seguida, procede-se à descrição e caracterização dos quatros tipos de métodos referidos no ponto anterior: natural-natural, mecânico-mecânico, natural-mecânico e mecânico-natural. Note-se que, comummente, os sistemas de controlo mecânicos também são designados por sistemas de controlo forçado; e os sistemas natural-mecânico e mecânico-natural são chamados de sistemas mistos.

Tem-se, então, uma dicotomia entre sistemas puros, que utilizam técnicas de uma só natureza, e sistemas mistos, que recorrem à combinação de técnicas activas e passivas no controlo de fumos. Note-se que, apesar de os sistemas puros serem normalmente os mais recomendados, tal não implica que os sistemas mistos devam ser ignorados e se despreze a sua superior eficiência em casos singulares [2].

3.5.2.1. Método Natural-Natural

Este sistema de controlo de fumos é essencialmente passivo, uma vez que a entrada de ar fresco e a saída de fumo e gases para o exterior são naturais. Como este método tem como princípio de funcionamento essencial a diferença de temperaturas, trata-se de uma solução relativamente prática e económica. Considerando que a sua montagem é barata e bastante eficaz, este tipo de sistema são aplicados com bastante frequência.

Estes sistemas são adequados em situações onde o espaço interior comunique directamente com o exterior, como é comum em edifícios amplos e sem andares sobrepostos, mas é também utilizado em edifícios pouco altos, em conjunto com condutas de insuflação natural e extracção natural. Quando se trata de edifícios sem exutores, é corrente recorrer-se a um sistema correntemente designado por *condutas "shunt"*, cujo esquema se apresenta na figura seguinte (Fig. 3.5).

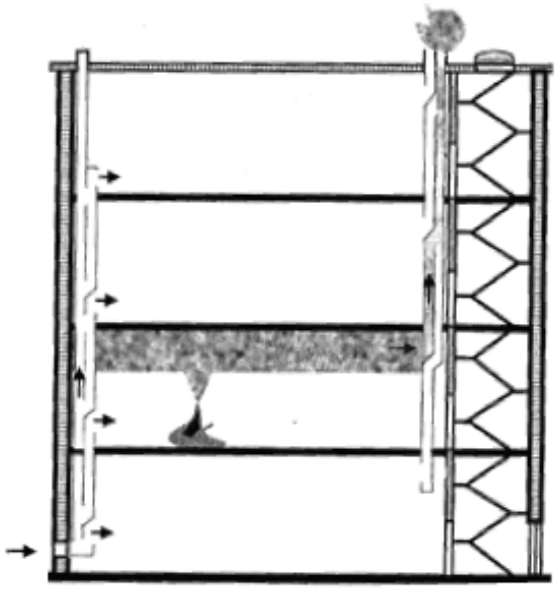


Fig. 3.6 – Corte esquemático de um edifício com condutas “shunt” [2]

Porém, é preferível utilizar o sistema de *condutas unitárias* em edifícios mais altos, pois, para além de a eficácia das condutas “shunt” neste tipo de construções sofrer uma redução significativa, aquelas condutas possuem ainda um obturador em cada piso. Este dispositivo abre-se automaticamente quando o fusível térmico com que estão equipadas sofre a acção do fumo quente que atinge o lado exterior da conduta de extracção. Na figura seguinte, pode-se observar um edifício-tipo com este tipo de solução e as diferenças entre estes dois tipos de condutas (Fig. 3.6) [2].

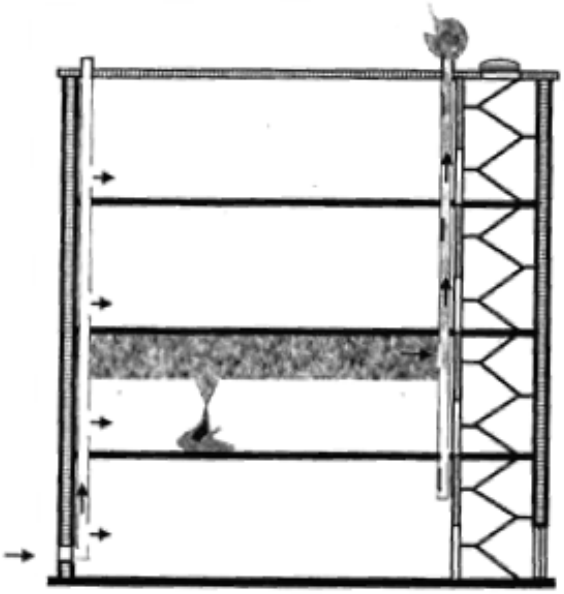


Fig. 3.7 – Corte esquemático de um edifício com condutas unitárias [2]

3.5.2.2. Método Mecânico-Mecânico

Este método, por oposição ao método anterior, é completamente activo. Neste tipo de sistemas, tanto a insuflação de ar fresco como a extracção de fumos e gases quentes resultam da acção directa de um insuflador e de um extractor electromecânicos, respectivamente, sendo os gases transportados através de condutas devidamente providas de bocas regularmente distribuídas e convenientemente instaladas.

Os sistemas mecânico-mecânico são adequados para edifícios com grande desenvolvimento vertical. Assim sendo, em situação corrente, os obturadores das condutas de extracção são mantidos em posição fechada, contudo, em caso de incêndio, procede-se à abertura destes dispositivos, mas somente no(s) piso(s) afectado(s). Note-se que, para as condutas de insuflação, deve-se agir de forma análoga.

Apesar das diferenças existentes entre este tipo de sistemas e os sistemas natural-natural, com o método mecânico-mecânico obtém-se um controlo de fumos mais eficaz, o que resulta na optimização da relação dos caudais de entrada de ar fresco e saída de fumos e gases tóxicos [2].

3.5.2.3. Método Natural-Mecânico

Como já se referiu, este tipo de sistemas resultam de uma técnica mista, onde a entrada de ar fresco se faz naturalmente, mas a extracção dos fumos quentes é feita de forma forçada, recorrendo a meios electromecânicos de sucção, através de bocas situadas nas condutas de extracção.

Este tipo de controlo de fumos pode ser aplicado a edifícios altos, cujos pisos não tenham acesso directo à cobertura, e ainda a edifícios amplos com portões de entrada (por exemplo, armazéns). É preciso ter em conta que a movimentação dos gases causada por este tipo de sistemas (normalmente designada por *efeito de puxão*) pode causar a desestratificação da camada de fumo, caso a velocidade de extracção não for moderada. Em função disto, deve-se, então, analisar a aplicação deste tipo de controlo de fumos e discutir a necessidade de insuflação electromecânica, verificando se se justifica o consequente investimento económico [2].

3.5.2.4. Método Mecânico-Natural

Este método também resulta da aplicação de técnicas mistas, sendo que, neste tipo particular de sistemas de controlo de fumo, a entrada de ar fresco é feita de forma forçada, mas a saída dos fumos quentes processa-se naturalmente, sem a intervenção de quaisquer meios electromecânicos. Este tipo de controlo de fumos refere-se à pressurização de espaços, normalmente utilizado para proteger as caixas de escadas.

Ao contrário do que acontece com o método anterior, no caso dos métodos mecânico-natural é aconselhável ponderar bastante a sua implementação, uma vez que, devido ao caudal de ar fresco ser insuflado electromecanicamente, se cria um *efeito de empurrão* da camada de fumo, que pode causar turbulência no interior desta, desestabilizando o escoamento.

Em termos práticos, considera-se a utilização dos sistemas de ar condicionado na insuflação de ar fresco durante um incêndio uma matéria bastante sensível e controversa, pois o seu uso para controlar o fumo tende a levar ao descontrolo da camada de fumo e, consequente, penetração dos gases quentes nos espaços que se pretende manter livres de fumo. As vantagens associadas aos sistemas de ar condicionado são simplesmente económicas, uma vez que, se se combinarem exutores (necessários para a desenfumagem) com o sistema de ventilação já existente, se evitam os custos inerentes à instalação de um sistema electromecânico de insuflação de ar fresco. Esta solução é, por isso, correntemente utilizada em garagens subterrâneas e pode ser uma solução para túneis rodoviários [2].

3.5.3. APLICAÇÃO DE SISTEMAS DE CONTROLO DE FUMOS

Sabendo quais os quatro possíveis métodos de controlo de fumos, é necessário agora perceber como são aplicados e quais os critérios considerados na tomada de decisão. Desta forma, os critérios em causa são três: as dimensões do edifício, a sua utilização e a sua ocupação por pessoas. Deve-se ter em linha de conta que, para edifícios pequenos, ou seja, cuja área em planta seja menor que 300 m^2 (trata-se, por exemplo, do caso das moradias), não se considera essencial estudar o controlo de fumos, pois facilmente as pessoas conseguem fugir para o exterior e não é comum que hajam aí bens insubstituíveis, para além de que as chamas são o maior perigo nesses espaços. Assim sendo, as maiores preocupações arquitectónicas e de engenharia centram-se nos edifícios mais complexos, cujas utilizações podem originar situações de maior risco, ou cujo número de utilizadores pode ser motivo de preocupações.

Então, quanto à *natureza da construção*, consideram-se os seguintes espaços:

- **Locais amplos**: podem localizar-se em edifícios de um ou mais pisos, sendo que se distinguem em quatro categorias, em função do seu volume e extensão do espaço a proteger:
- *Local de volume grande*: área do local é superior a 1000 m^2;
- *Local de volume médio*: área do local é superior a 300 m^2 e menor ou igual a 1000m^2;
- *Local de volume pequeno*: área do local é menor ou igual a 300 m^2;
- *Local extenso*: local em que uma das suas dimensões em planta tem pelo menos 60 m, sendo esta muito maior que a outra dimensão.
- **Edifícios elevados**: construções constituídas por vários pisos, mas que se distinguem regulamentarmente apenas devido ao seu desenvolvimento vertical, isto é, pela altura total do edifício:
- *Edifício de grande altura*: altura é superior a 28 m, sem exceder o limite de 50 m;
- *Edifício de média altura*: altura é superior a 9 m e menor ou igual a 28 m;
- *Edifício de pequena altura*: altura é menor ou igual a 9 m.

Por outro lado, relativamente à *natureza das actividades*, em função da importância e necessidade de controlo de fumos, os edifícios mais relevantes são:

- *Locais industriais*: locais amplos, de grande ou média volumetria, onde se desenvolvem duas actividades particulares: fábrica (local destinado a determinadas produções industriais) e armazém (local para guardar produtos comercializáveis, semi-acabados ou finais);
- *Locais com público*: estes locais podem existir em espaços grandes ou médios e caracterizam-se pela diversidade de actividades económicas que podem albergar, sendo a sua função: serviços (normalmente em espaços amplos, onde existe comércio, escritórios, lazer, etc.) ou habitação (geralmente, edifícios de grande altura, que funcionam como condomínios abertos ou fechados).

É ainda de referir a *natureza das circulações* para pessoas, sendo estas muito importantes, em particular, no caso de edifícios destinados ao público, uma vez que estes espaços servem de vias de evacuação em caso de incêndio. Desta forma, deve-se dar especial atenção a:

- *Corredores*, geralmente também designados por *comunicações horizontais interiores*, de comprimento superior a 30m, como acontece em hospitais e hotéis;

- *Escadas* ou *comunicações verticais enclausuradas*, com acesso directo para o ambiente exterior;
- *Pátio interior*, espaços amplos de passagem, com grande altura e normalmente ladeados por corredores.

Note-se ainda que os parques de estacionamento cobertos para veículos automóveis, sejam subterrâneos ou pertençam a edifícios ao ar livre, também devem ser considerados [2].

3.6. CONTROLO DE FUMOS EM ESPAÇOS ESPECÍFICOS

3.6.1. PÁTIOS INTERIORES

Estes espaços já foram referidos atrás e são caracterizados pelo seu desenvolvimento vertical, normalmente prolongado até ao topo da cobertura, como se pode ver nas figuras abaixo.

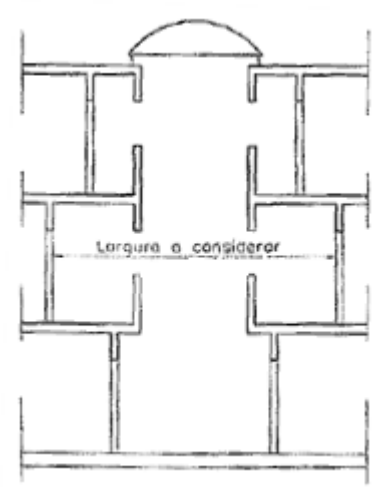


Fig. 3.8 – Corte esquemático de um pátio coberto, sem ligação a espaços adjacentes [1]

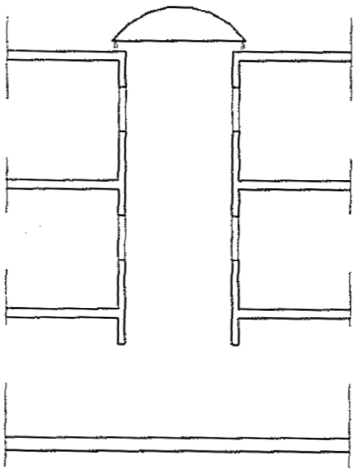


Fig. 3.9 – Corte esquemático de um pátio coberto, com ligação franca ao nível do piso térreo [1]

Quando um incêndio se desenvolve num determinado local, os fumos libertados acumulam-se nas proximidades do tecto, podendo posteriormente expandir-se para os compartimentos e espaços adjacentes, se a extracção dos fumos e gases for insuficiente.

Porém, se ocorrer um incêndio na vizinhança de um pátio, há outros factores a ter em conta na propagação dos fumos e gases libertados pela combustão. Desta forma, há três situações fundamentais a considerar:

- Quando os fumos passam directamente do local onde deflagrou o incêndio para o pátio, dá-se a formação de uma camada de fumo de grande desenvolvimento vertical, que depende de vários factores, mas em particular da altura do edifício, como se pode ver na figura seguinte (Fig. 3.10);

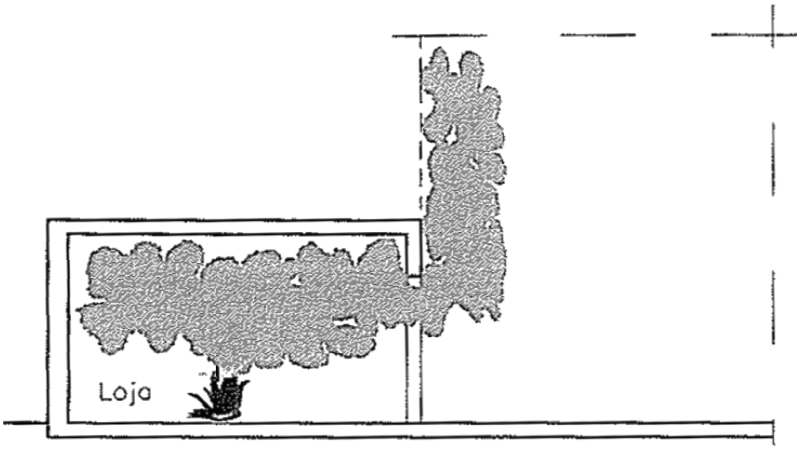


Fig. 3.10 – Corte esquemático da difusão de fumos num pátio [1]

- A existência um *volume tampão* entre o local onde o incêndio está a decorrer e o pátio, o que leva a uma maior difusão dos fumos e gases quentes no espaço em questão, como ilustra a Fig. 3.11;

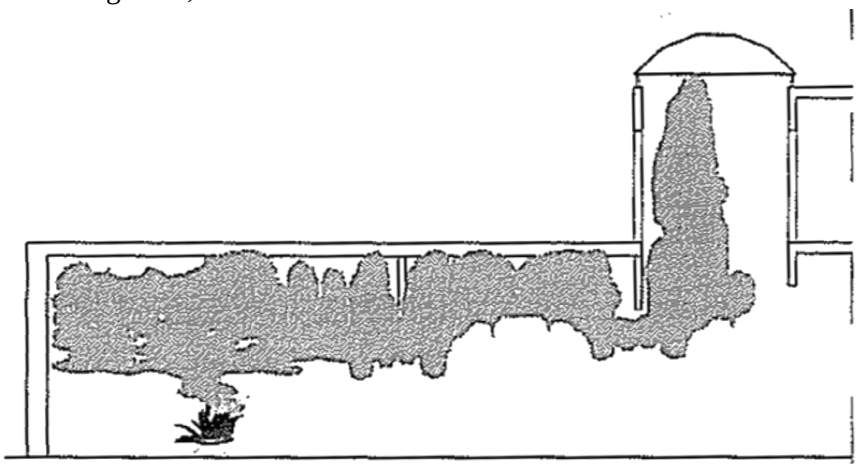


Fig. 3.11 – Corte esquemático da difusão de fumos num átrio, por acção de um volume tampão [1]

- A deflagração e continuidade do incêndio no espaço do próprio pátio, levando à sua rápida invasão pelos fumos e gases resultantes da combustão [1].

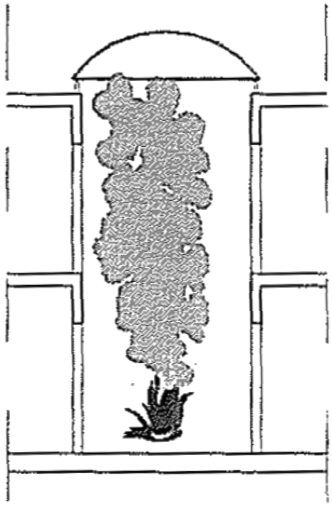


Fig. 3.12 – Corte esquemático de um incêndio num pátio e sua difusão de fumos [1]

3.6.2. COZINHAS

Este caso refere-se em particular a cozinhas ligadas a salas de refeições, pois aí o controlo de fumos deve ser realizado através de sistemas de desenfumagem activa, incluindo também a disposição de painéis de cantonamento entre os espaços da cozinha e da sala de refeições. Note-se que, no caso de cozinhas com potências instaladas superiores a 10kW, deve-se ainda garantir as seguintes condições:

- O sistema de extracção de fumos deve ser desenhado de modo a funcionar como sistema de desenfumagem, em caso de desenfumagem;
- No espaço existente entre a cozinha e a sala de refeições devem existir os já referidos painéis de cantonamento;
- O sistema de ventilação da cozinha deve fazer com que exista uma depressão constante nesse local em relação ao espaço da sala de refeições [1].

3.7. CONTROLO DE FUMOS EM VIAS DE EVACUAÇÃO

3.7.1. VIAS HORIZONTAIS

Nas vias de evacuação horizontal, o controlo de fumos pode ser efectuado através de:

- Desenfumagem passiva;
- Desenfumagem activa por meios mecânicos;
- Sobrepressão em relação ao local sinistrado.

Contudo, se se tratar de um edifício de altura superior a 28 metros, deve-se realizar o controlo de fumos com sistemas de desenfumagem activa, com arranque de activação automática, sendo a admissão feita nas caixas de escadas ou na câmara de corta-fogo, se esta existir.

3.7.1.1. Desenfumagem Passiva

Ao aplicar este tipo de sistemas, pode-se optar entre várias possíveis soluções. Uma delas consiste em realizar o controlo de fumos nas comunicações horizontais comuns (*CHC*) através da utilização de

condutas "shunt" para a entrada do ar fresco e saída dos fumos e gases quentes resultantes da combustão, como se pode observar na Fig. 3.13, se o edifício não exceder os 20 metros de altura:

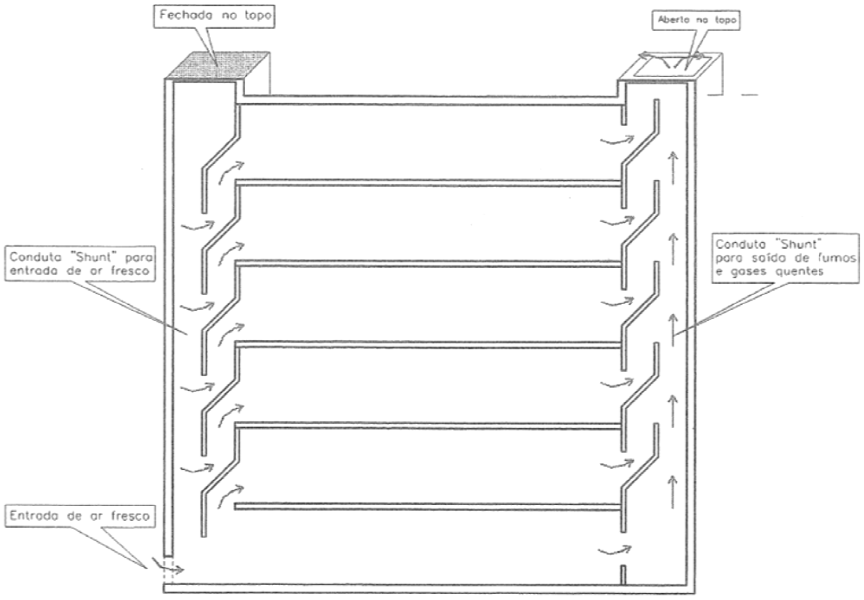


Fig. 3.13 – Desenfumagem passiva: condutas "shunt" [1]

Contudo, como a solução acima descrita começa a apresentar problemas para alturas da ordem dos 20 metros, deve-se assumir então a solução ilustrada abaixo, na Fig. 3.14, onde se utiliza uma única conduta, sem quaisquer ramais de ligação ao nível dos pisos, para a entrada de ar fresco e saída de fumos e gases quentes. Neste tipo de solução, as bocas de admissão de ar e evacuação dos fumos e gases devem estar fechadas em situação normal de utilização do edifício, sendo abertas apenas em caso de incêndio.

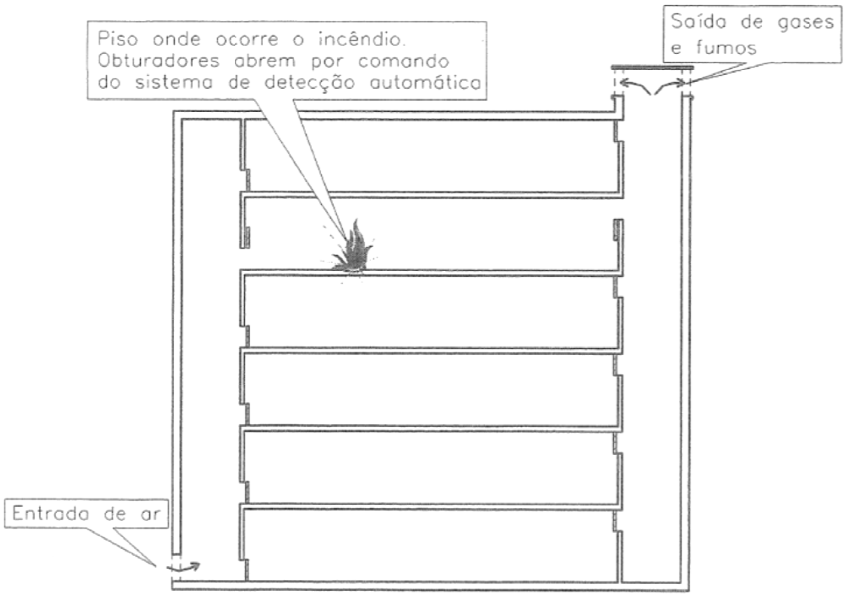


Fig. 3.14 – Desenfumagem passiva: solução para edifícios entre 20 e 28 metros [1]

Neste tipo de solução passiva, devem ter-se em conta algumas disposições construtivas, relevantes para uma eficaz desenfumagem dos espaços em causa. Desta forma, deve-se garantir que:

- A parte inferior das bocas de evacuação de fumos deve estar, no mínimo, a 1,80 metros do pavimento, estando situadas no terço superior do pé-direito de referência, e as bocas de admissão de ar, por sua vez, devem ter a sua parte mais alta a menos de 1 metro do nível do pavimento.

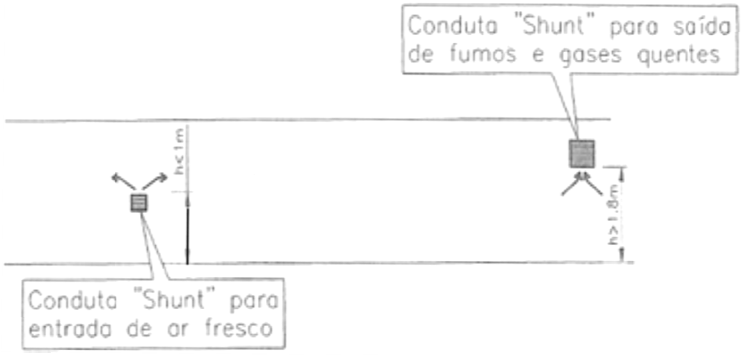


Fig. 3.15 – Posicionamento das aberturas [1]

- As aberturas atrás referidas devem ser distribuídas de forma alternada. Uma das hipóteses utilizadas é considerar uma distância máxima, medida ao longo do eixo de circulação, entre duas aberturas consecutivas de admissão e evacuação igual ou inferior a 10 metros, em alinhamentos rectos, e a 7 metros noutros percursos, como se ilustra nas Fig. 3.16 e Fig. 3.17.

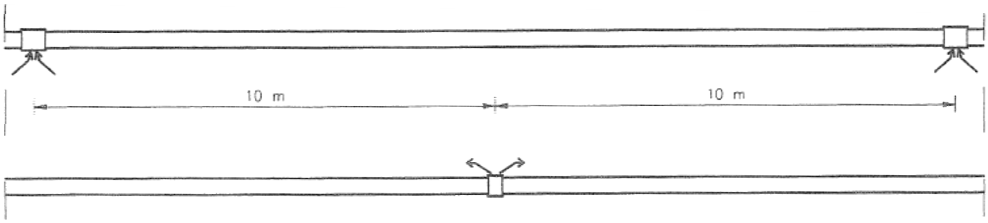


Fig. 3.16 – Posicionamento das aberturas em alinhamento recto [1]

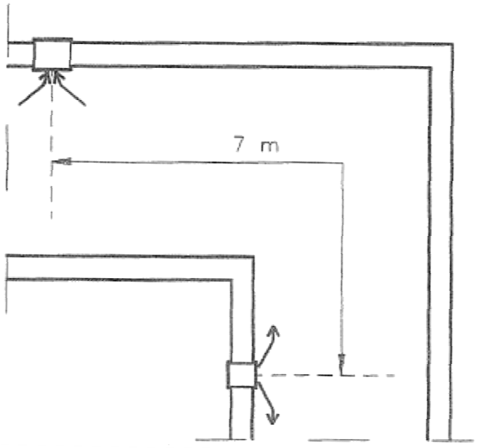


Fig. 3.17 – Posicionamento das aberturas em mudança de direcção recta [1]

Porém, é de ter em conta que o número das aberturas destinadas à admissão de ar não deve ser menor que o número de aberturas de evacuação de fumos, para alem de que todas estas aberturas têm de garantir que uma área livre mínima de 0,10 m^2, por unidade de passagem de largura da via.

Por oposição a esta solução, pode recorrer-se a uma outra, onde, por cada 15 m^2 de área de alçado do corredor, tem de existir uma abertura para entrada de ar e outra para evacuação de fumos, como se pode ver, a seguir, na Fig. 3.18 [1].

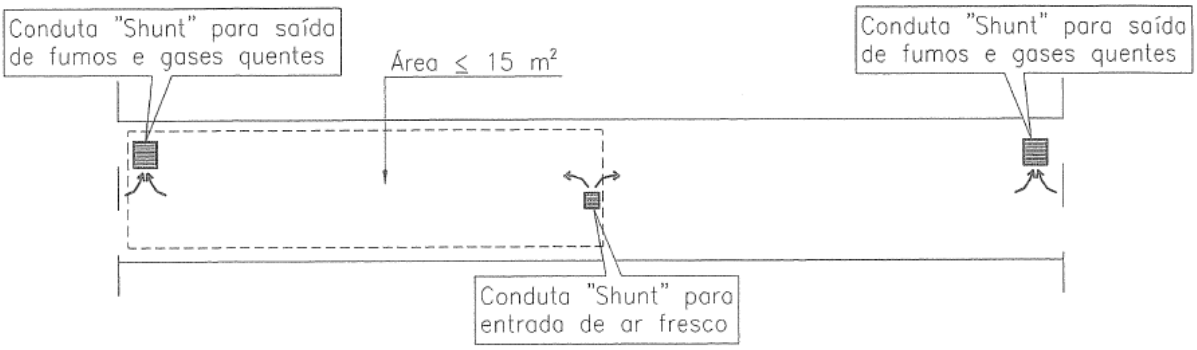


Fig. 3.18 – Exemplo de uma circulação com o respectivo posicionamento das aberturas [1]

3.7.1.2. Desenfumagem Activa

Como já foi referido em pontos anteriores, pode-se também fazer a admissão do ar fresco no interior do edifício tanto por meios naturais como mecânicos, mas a extracção dos fumos é feita com meios mecânicos. Assim sendo, a distribuição das bocas para admissão de ar e extracção de fumos devem respeitar as seguintes condições:

- Vãos dispostos em paredes exteriores ou confinantes com espaços amplamente arejados, incluindo também escadas enclausuradas;
- As bocas de admissão ligadas às tomadas de ar exteriores de ar por condutas;
- Não exceder a distância máxima, medida segundo o eixo da circulação, de 15 metros em percursos rectos ou de 10 metros nos restantes percursos, entre duas aberturas consecutivas de admissão e de evacuação de ar;
- Analogamente à desenfumagem passiva, a parte inferior das bocas de evacuação de fumos deve estar, no mínimo, a 1,80 metros do pavimento, estando situadas no terço superior do pé-direito de referência, e as bocas de admissão de ar, por sua vez, devem ter a sua parte mais alta a menos de 1 metro do nível do pavimento;
- As áreas de circulação compreendidas entre uma boca de admissão de ar e outra de extracção de fumos devem ser varridos por caudais de extracção, por unidade de passagem, maiores ou iguais a 0,5 m^3/s;
- Caso a admissão de ar seja realizada através de vãos de parede, a correspondente área livre a considerar deve situar-se na metade inferior do pé-direito de referência;
- A diferença de pressão entre as CHC e as comunicações verticais não deve exceder ou igualar os 80 kPa, considerando todas as portas de comunicação fechadas.

É de referir ainda que o risco dos locais deve ser tido em conta na distribuição das bocas de admissão e extracção [1].

3.7.1.3. Sobrepressão

Ao adoptar este tipo de desenfumagem por sobrepressão, impõe-se que a pressão da caixa de escadas seja superior à pressão dos espaços adjacentes de um valor entre os 20 e os 80 Pa, sendo que a diferença de pressão entre a caixa de escadas e as circulações que comunicam directamente com ela deve ser superior a 5 Pa. Em face disto, o sistema mecânico deve ser dimensionado de modo a que, quando as portas de comunicação são abertas, o ar que se vai escapar através delas o faça a uma velocidade igual ou superior a 0,5 m/s. Todavia, se a abertura for de carácter permanente, deve-se garantir que a velocidade deste fluxo é igual ou superior a 3 m/s.

Por outro lado, se nos locais onde decorre o incêndio há uma instalação de controlo de fumos, é, então, possível colocar as vias de comunicação horizontal em sobrepressão em relação a esses mesmos espaços. Assim sendo, a diferença de pressão a estabelecer deve ser da ordem dos 20 Pa entre as vias de comunicação e os locais sinistrados. Mas, caso a comunicação entre o local onde ocorre o incêndio e a via de comunicação disponha de uma câmara corta-fogo, deve-se criar a diferença de pressões de acordo com os valores já referidos para o caso anterior, devendo, então, as próprias vias possuir instalações de desenfumagem.

Um ponto sempre relevante e que não deve ser esquecido, nem menosprezado no dimensionamento, é a contabilização e quantificação de todas as fugas de ar permanentes para um cálculo correcto e exacto da pressurização [1].

3.7.2. VIAS VERTICAIS

Como é do conhecimento geral, a caixa de escadas é o último refúgio para os utilizadores de um edifício durante um incêndio, quando a evacuação e saída desse mesmo edifício se torna necessária. Assim, para que estas operações decorram da melhor forma possível, as condições ambientais no interior do edifício devem manter-se dentro de padrões considerados normais e aceitáveis, durante um período de tempo mínimo para que a evacuação seja realizada. Desta forma, é necessário que exista um eficiente controlo de fumos, que pode ser atingido através da aplicação de um dos seguintes meios:

- Desenfumagem passiva;
- Sobrepressão dos caminhos horizontais de evacuação.

Por oposição ao que se passa nas CHC, nas comunicações verticais comuns (*CVC*) não é possível ter sistemas de desenfumagem activa por meios mecânicos, uma vez que a extracção forçada de fumos é proibida, em geral, pela regulamentação de segurança contra incêndio [1].

3.7.2.1. Desenfumagem Passiva

Neste tipo de controlo de fumos, o arejamento deve ser assegurado por aberturas dispostas no topo e na base das CVC, devendo a abertura superior estar aberta permanentemente, como é o caso da figura Fig. 3.19, ou então deve estar equipada com um exaustor de fumos, como demonstra a Fig. 3.20. Porém, note-se que, independentemente do caso adoptado, a área livre deve ser pelo menos igual ou superior a 1 m^2.

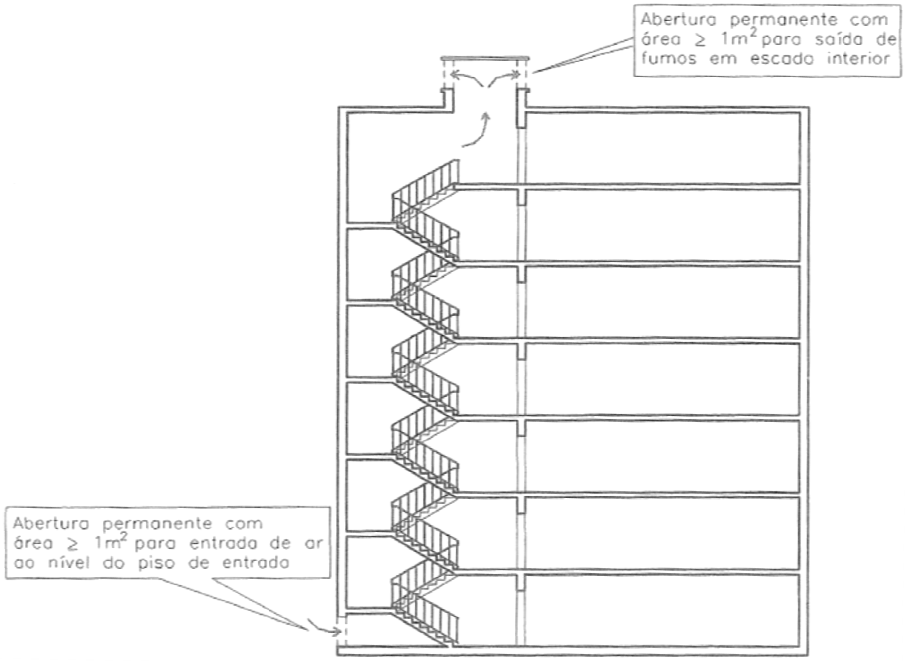


Fig. 3.19 – Desenfumagem passiva por abertura permanente na CVC [1]

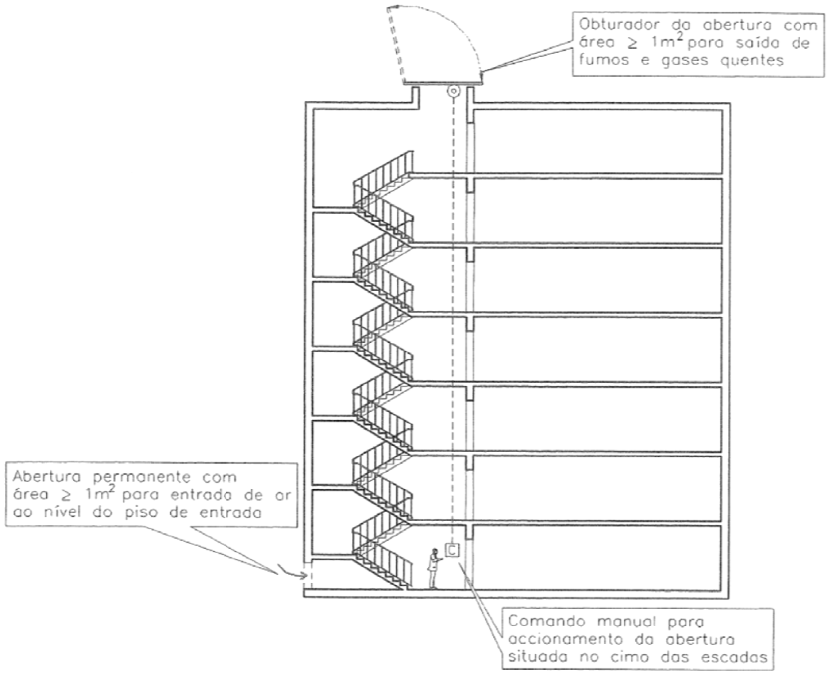


Fig. 3.20 – Desenfumagem passiva por exaustor de fumos na CVC [1]

Quando se opta pela desenfumagem passiva com um exaustor de fumos no topo da CVC, tem de se garantir que a abertura superior é protegida pela existência de um dispositivo de abertura de comando manual. Ora, tal dispositivo tem de estar instalado no interior da CVC, ao nível de acesso dos bombeiros, de modo a facilitar a acção destes e o posterior fecho do exaustor após o fim do incêndio.

Deve ainda garantir-se que, quanto às aberturas inferiores, a soma total das suas áreas livres deve ser, pelo menos, igual à da abertura superior. Por outro lado, note-se que, para edifícios de desenvolvimento vertical superior a 20 metros, não é recomendável o uso das soluções previamente referidas, mas sim a aplicação de sistemas de controlo de fumos mecânicos.

3.7.2.2. Sobrepressão

Tal como já se referiu no início da análise do controlo de fumos em CVC, deve ignorar-se o controlo de fumos activo que inclua a extracção mecânica dos fumos e gases produzidos durante o incêndio. Assim sendo, resta apenas a sobrepressão como método activo para controlar a saída dos fumos e garantir a evacuação segura das pessoas.

Nestes casos, ao recorrer ao controlo de fumos por sobrepressão, a entrada dos fumos nas comunicações verticais é limitada pela sobrepressão estabelecida nas mesmas e que pode ser atingida por um dos seguintes processos:

- Insuflação de ar nas comunicações verticais;
- Insuflação de ar nas comunicações verticais, em combinação com a extracção nas comunicações horizontais de evacuação do piso sinistrado;
- Extracção dos fumos e gases produzidos nos compartimentos sinistrados;
- Uma solução que resulte da combinação dos processos acima enumerados;
- No caso de se tratar de um edifício de grande altura, deve-se recorrer à insuflação de ar nas comunicações verticais, associada à extracção nos caminhos horizontais de evacuação do piso sinistrado.

Apesar da variedade de soluções possíveis, a diferença de pressões estabelecida entre as vias de comunicação vertical e os compartimentos do piso sinistrado deve estar entre os 20 e os 80 Pa, sendo este intervalo definido considerando que todas as portas de acesso à escada se encontram fechadas. Por outro lado, deve-se garantir que a velocidade de escoamento do ar na porta ou na câmara corta-fogo de acesso ao piso em causa, com todas as outras portas fechadas, é igual ou superior a 0,50 m/s. O limite inferior de 20 Pa evita a penetração dos fumos e gases no interior da caixa de escadas, enquanto o extremo superior de 80 Pa limita o esforço necessário para abrir a porta para a CVC.

Por uma questão de segurança, o sistema de sobrepressão deve ser acompanhado pela existência paralela de um sistema de desenfumagem passiva. Este sistema deve ser constituído por um exutor de fumos no topo da caixa de escadas, como já se ilustrou atrás, com a diferença que o controlo da sua abertura deve ser apenas permitido ao responsável de segurança e aos bombeiros, dado o seu carácter de recurso no caso de falha do sistema primário da sobrepressão.

No caso dos edifícios de grande altura, devido à alta densidade ocupacional, podem dar-se casos em que as portas de comunicação permaneçam abertas durante longos períodos de tempo, o que pode vir a comprometer o sistema de controlo de fumos. Assim, para reduzir o impacto deste facto sobre a eficiência total do sistema, recorre-se à utilização de câmaras corta-fogo para aumentar a eficácia do controlo de fumos, com a desvantagem, porém, de tornar os caminhos de fuga um pouco mais complexos, mas com a vantagem de se obterem sistemas mais económicos e menores caudais.

Todavia, há sempre perdas resultantes dos mais variados factores e situações possíveis que são inevitáveis e, como tal, ao dimensionar o sistema este facto deve ser tido em conta e devidamente avaliado ao nível do projecto.

Quanto ao caudal que se escoa através das possíveis aberturas existentes no edifício sinistrado, o seu valor depende da diferença de pressão que existe entre os espaços, podendo ser calculado através da expressão (3.3):

$$Q = 0{,}827 \cdot A_{esc}.\Delta P^{\frac{1}{N_q}} \quad (m^3/s) \qquad (3.3)$$

Onde:

Q – caudal de ar, em m^3/s;

A_{esc} – área de escoamento;

ΔP – diferença de pressão;

N_q – parâmetro compreendido entre 1 e 2, geralmente considera-se igual a 1,6 para fugas de grandeza média.

É ainda de ter em conta nesta equação que a área total de escoamento pode resultar de aberturas que podem estar em série, em paralelo ou numa combinação de aberturas em série e em paralelo. Em função disto, apresenta-se em seguida como calcular a área total de escoamento em cada uma das três situações possíveis, de acordo com o que consta do livro do Professor Leça Coelho.

Considerando o caso de um espaço com três aberturas em série, como o da Fig. 3.21, obtém-se a área equivalente final de escoamento aplicando a expressão (3.4):

$$A_{esc} = \frac{A_1 + A_2 + A_3}{\sqrt{A_1^2 + A_2^2 + A_3^2}} \quad (m^2) \qquad (3.4)$$

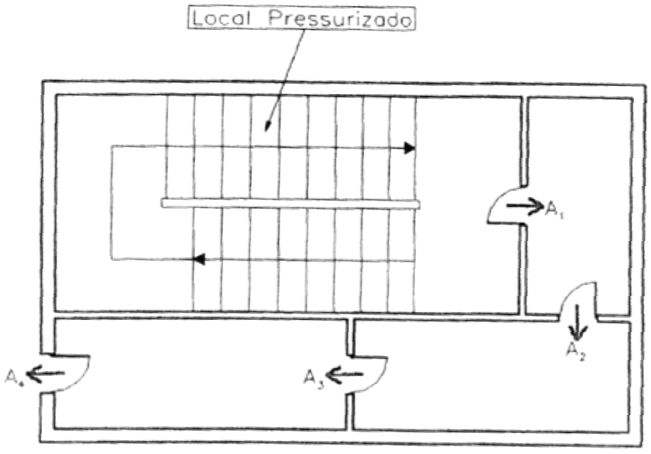


Fig. 3.21 – Exemplo de um espaço com três aberturas em série [1]

Então, extrapolando do caso anterior, se existirem n aberturas em série, a área total de escoamento será obtida através da equação seguinte:

$$A_{esc} = \frac{\sum_{i=1}^{n} A_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} A_i^2}} \quad (m^2) \qquad (3.5)$$

No caso de se tratar de um espaço com três aberturas em paralelo, como é ilustrado na Fig. 3.22, o valor final da área equivalente total é obtido através da expressão (3.6):

$$A_{esc} = A_1 + A_2 + A_3 \quad (m^2) \qquad (3.6)$$

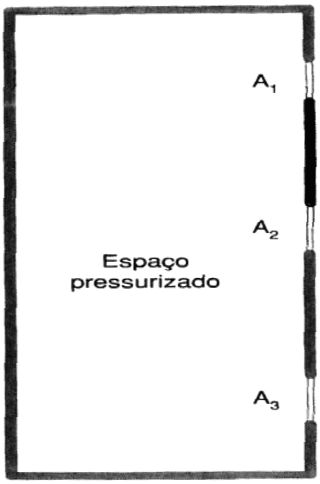


Fig. 3.22 – Exemplo de um espaço com três aberturas em paralelo [1]

Analogamente ao que se fez para as aberturas em série, se o espaço em questão possuir n aberturas em paralelo, a área total de escoamento será dada pela equação seguinte:

$$A_{esc} = \sum_{i=1}^{n} A_i \quad (m^2) \qquad (3.6)$$

Na eventualidade de a situação a analisar resultar de uma combinação de aberturas em série e em paralelo, como se pode ver na Fig. 3.23, deve-se ter especial atenção. Assim sendo, neste tipo de situações mistas, o valor final da área total equivalente de escoamento pode ser obtido pelo agrupamento das aberturas duas a duas, até se atingir o resultado da abertura final equivalente. Este processo pode ser acompanhado observando atentamente os diversos passos intermédios tomados até atingir o resultado final desejado, que são ilustrados na figura seguinte.

No passo *(a)*, tem-se a situação inicial, com diversas aberturas em série e em paralelo. No ponto *(b)*, dá-se o somatório das aberturas em paralelo A_4 e A_5 e A_9 e A_{10}, originando $A_{4/5}$ e $A_{9/10}$, respectivamente. Já no passo *(c)*, procede-se à soma das aberturas em série par a par, resultando daqui, então, quatro aberturas: $A_{1/2}$, $A_{3/5}$, $A_{6/7}$ e $A_{8/10}$. Assim, no ponto *(d)*, do somatório das aberturas em paralelo, $A_{3/5}$, $A_{6/7}$ e $A_{8/10}$, resulta a abertura $A_{3/10}$ e, finalmente, no passo *(e)* obtém-se a abertura equivalente final $A_{1/10}$, decorrente da soma das aberturas em série equivalentes finais $A_{1/2}$ e $A_{3/10}$.

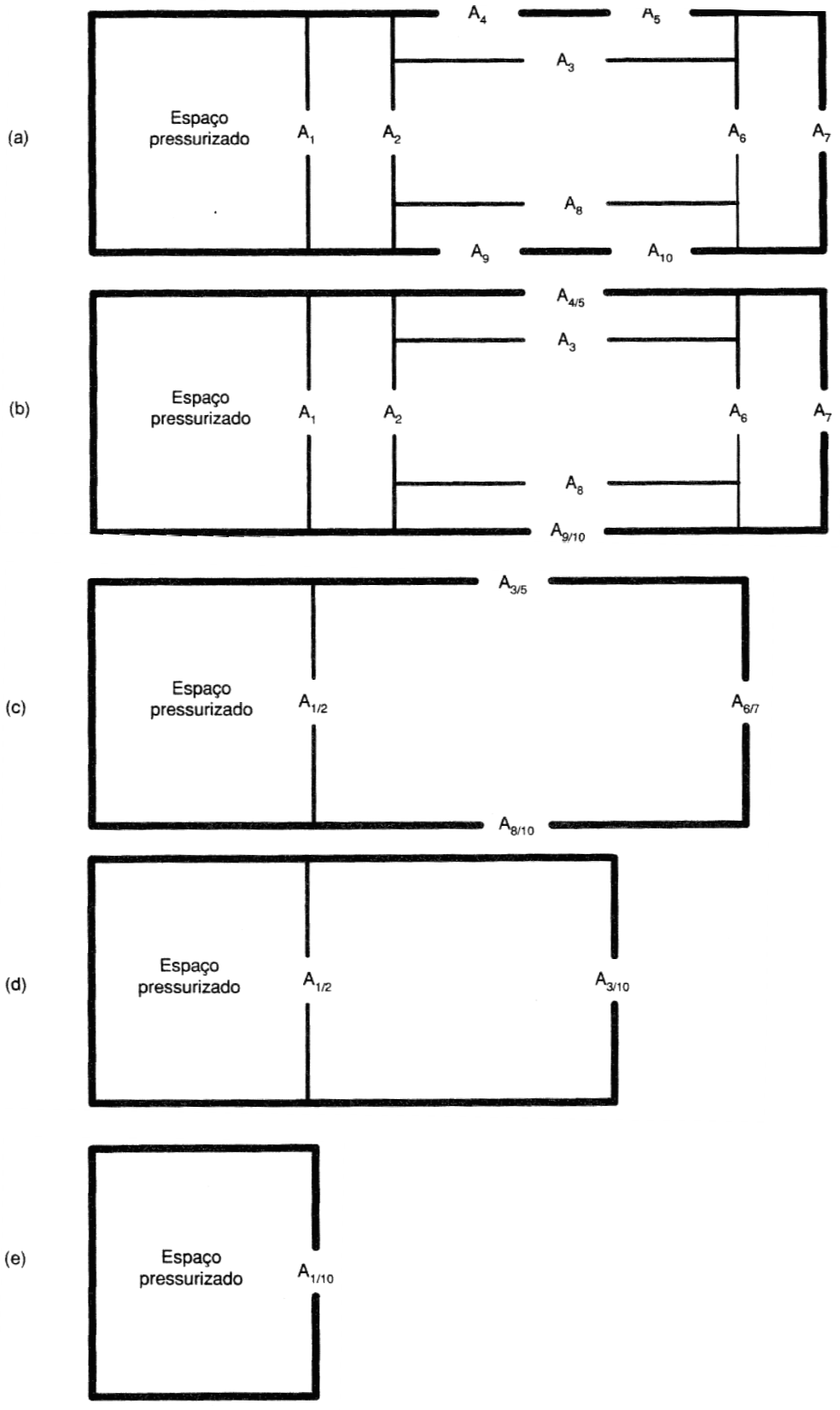


Fig. 3.23 – Exemplo de análise de um espaço de carácter misto [1]

3.7.3. CONTROLO DE FUMOS EM EDIFÍCIOS DE GRANDE ALTURA

Os edifícios de altura superior a 28 metros são considerados e dimensionados com especial atenção. Dadas as suas características, as comunicações comuns são interiores, sendo, por isso, obrigatória a existência de uma câmara corta-fogo que estabeleça a ligação entre as CHC e as escadas.

Assim sendo, o controlo de fumos neste tipo de edifícios demonstra algumas especificidades, para as quais a seguir se apresentam duas soluções possíveis.

A primeira destas soluções apresenta as seguintes características:

- Insuflação de ar na caixa de escada;
- Insuflação de ar na câmara corta-fogo;
- Extracção de fumos e gases nos corredores.

Consultando a figura abaixo, constata-se que nesta solução há uma abertura A_1, cuja função é permitir a passagem do ar vindo da câmara corta-fogo para o corredor. Contudo, deve-se garantir que:

- A parte mais alta desta abertura se encontra a uma altura não superior a 0,50 metros acima do nível do pavimento;
- A sua área deve ser igual ou superior a 0,20 m^2;
- Esta se encontra equipada com registo corta-fogo comandado por fusível, cuja função é actuar quando a temperatura no corredor atinge os 70º C, fechando, consequentemente, a abertura em causa.

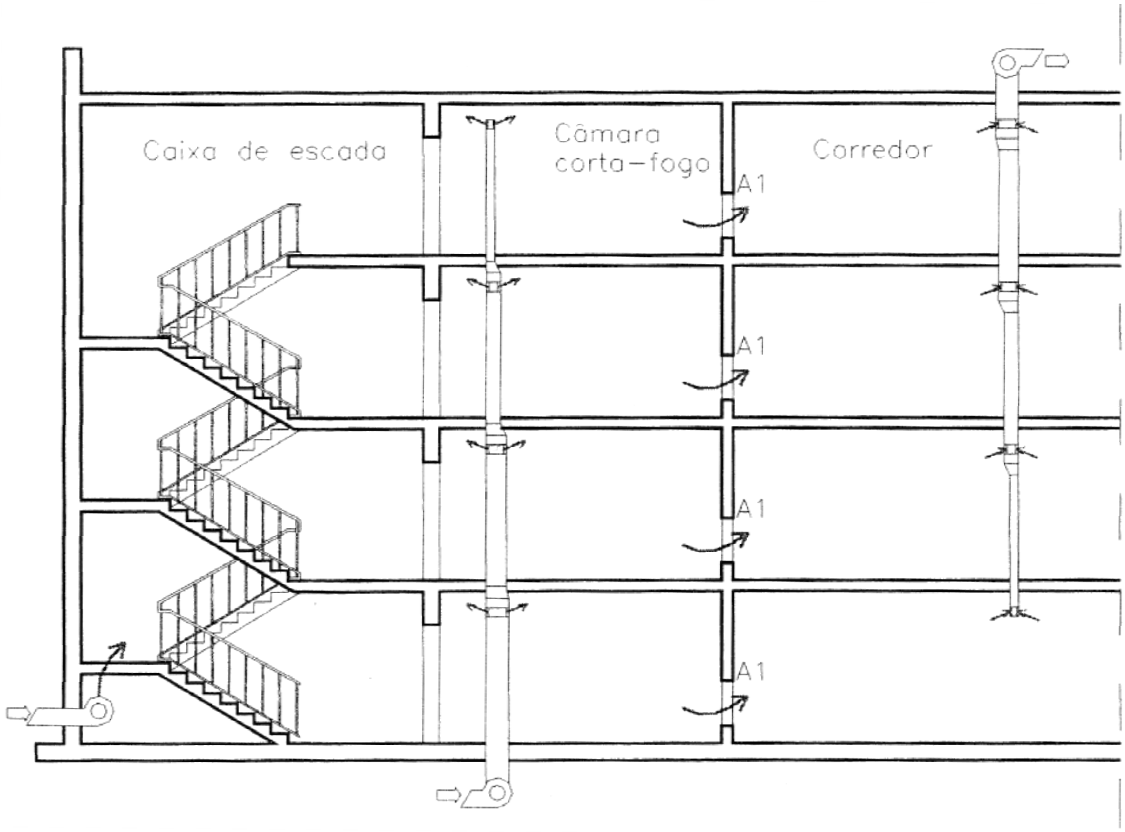


Fig. 3.24 – Exemplo de solução de controlo de fumos por meios mecânicos em edifícios de grande altura com abertura na câmara corta-fogo [1]

A outra solução que se sugere, para aplicação em edifícios de altura superior a 28 metros, tem as características abaixo listadas e que podem ser observadas na Fig. 3.25, que se apresenta a seguir:

- Insuflação de ar na caixa de escada;
- Insuflação de ar e extracção de fumos e gases na câmara corta-fogo;
- Insuflação de ar e extracção de fumos e gases nos corredores.

Tal como na solução anterior, também aqui há requisitos a cumprir. Assim sendo, deve-se garantir que o caudal de insuflação seja igual ou superior a 1 m^3/s em cada boca, mas sem que a velocidade do ar supere os 5 m/s. É ainda de referir que, tanto os caudais de insuflação como os de extracção na câmara corta-fogo, não podem exceder os 0,20 m^3/s por cada metro quadrado de área da câmara, que deve estar sempre em sobrepressão em relação ao corredor.

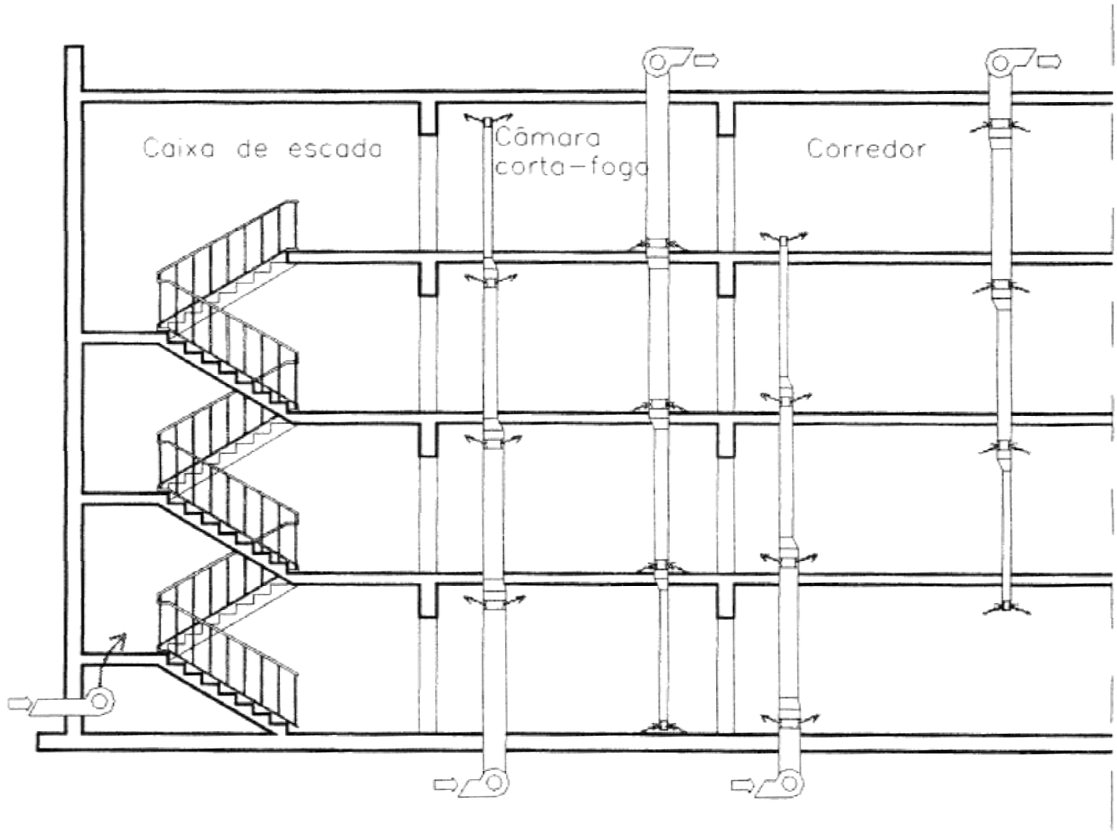


Fig. 3.25 – Exemplo de solução de controlo de fumos por meios mecânicos em edifícios de grande altura sem abertura na câmara corta-fogo [1]

4

LEGISLAÇÃO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

4.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

4.1.1. CONTEXTO INTRODUTÓRIO

Para elaborar o enquadramento e análise da regulamentação de Segurança Contra Incêndio em Edifícios, procedeu-se à leitura atenta e estudo dos vários documentos constituintes da nova e da antiga regulamentação. Assim sendo, ao longo do estudo destes documentos, constata-se claramente que a nova regulamentação é mais clara, organizada e pormenorizada que os documentos constituintes da antiga regulamentação.

Sem qualquer dúvida, a introdução da Segurança Contra Incêndios em Edifício (*SCIE*) nos nossos documentos legislativos foi um passo inovador e abriu caminho a sérios melhoramentos e desenvolvimentos neste campo em Portugal. Contudo, é fácil de compreender, a partir dos documentos mais antigos, que o conceito da SCIE foi inicialmente introduzido de uma forma bastante superficial. Com o passar dos tempos e com dados concretos resultantes de implementações legislativas e evoluções ocorridas no estrangeiro no campo da SCIE, foi-se melhorando a nossa própria legislação. Em função disto, foram-se implementando novos requisitos e começando a dar mais atenção a alguns campos mais particulares da SCIE, como o controlo de fumos, que é o aspecto particular que nos interessa.

4.1.2. ANTIGA REGULAMENTAÇÃO

O conjunto de documentos que compõe a antiga regulamentação de SCIE representou um grande passo em frente na nossa legislação na área da Segurança e o início da SCIE em Portugal.

Foi graças a este desenvolvimento legislativo na área da Engenharia que se deu a introdução de conceitos científicos que hoje em dia são basilares no contexto da SCIE, entre os quais: a reacção e resistência ao fogo, entre muitos outros. Por outro lado, também se começou a introduzir, interiorizar e melhorar técnicas estrangeiras, sendo sentida a maior diferença, em particular, nos campos da evacuação e controlo de fumos, ou seja, sistemas de detecção de fumos, sistemas de alarme, sistemas de controlo de fumos, sinalização. Porém, em alguns dos documentos constituintes da antiga regulamentação tais coisas quase nem são abordadas ou consideradas ou são abordadas de forma quase indolente.

Por outro lado, ao analisar a estrutura da antiga regulamentação de SCIE, ou seja, o conjunto de documentos que a constitui, é clara a dispersão dos documentos aí presentes. Como se pode ver pela listagem abaixo, trata-se um conjunto constituído pelos seguintes documentos:

- Decreto-Lei n.º 64/1990 – Regulamento de Segurança Contra Incêndio em Edifícios de Habitação;
- Decreto-Lei n.º 389/1999 – Medidas de Segurança Contra Riscos de Incêndio a Aplicar em Estabelecimentos Comerciais;
- Portaria n.º 1299/2001 – Medidas de Segurança Contra Riscos de Incêndio a Aplicar em Estabelecimentos Comerciais ou de Prestação de Serviços de Área Inferior a 300 m^2;
- Resolução do Conselho de Ministros n.º 31/1989 – Medidas Cautelares Mínimas Contra Riscos de Incêndio a Aplicar aos Locais e seus Acessos Integrados em Edifícios onde Estejam Instalados Serviços Públicos da Administração Central, Regional e Local, Instituições de Interesse Público e Entidades Tuteladas pelo Estado;
- Decreto-Lei n.º 66/1995 – Regulamento de Segurança Contra Incêndio em Parques de Estacionamento Cobertos;
- Portaria n.º 1063/1997 – Medidas de Segurança Contra Riscos de Incêndio Aplicáveis na Construção, Instalação e Funcionamento dos Empreendimentos Turísticos e dos Estabelecimentos de Restauração e de Bebidas;
- Decreto-Lei n.º 409/1998 – Regulamento de Segurança Contra Incêndio em Edifícios de Tipo Hospitalar;
- Portaria n.º1275/2002 – Normas de Segurança Contra Incêndio a Observar na Exploração de Estabelecimentos de Tipo Hospitalar;
- Decreto-Lei n.º 410/1998 – Regulamento de Segurança Contra Incêndio em Edifícios de Tipo Administrativo;
- Portaria n.º1276/2002 – Normas de Segurança Contra Incêndio a Observar na Exploração de Estabelecimentos de Tipo Administrativo;
- Decreto-Lei n.º 414/1998 – Regulamento de Segurança Contra Incêndio em Edifícios Escolares;
- Portaria n.º 1444/2002 – Normas de Segurança Contra Incêndio a Observar na Exploração de Estabelecimentos Escolares.

Como se pode ver é um conjunto volumoso de vários documentos não-uniformizados, onde não existe coerência entre as nomenclaturas utilizadas. Assim, ao longo do volume têm-se desde Decretos-Lei, Resoluções do Conselho de Ministros, Portarias, Decretos Regulamentares. Para além de que estes documentos também apresentam diversos graus de pormenor de conteúdo, variando entre documentos bastante minuciosos e outros que se mantêm num plano somente geral. Outro ponto importante é a existência de sérias omissões e lacunas ao longo dos documentos em causa, devido à falta de regulamentação de SCIE específica para alguns tipos de edifícios, como é o caso das instalações industriais, dos armazéns, dos lares de idosos, dos museus, das bibliotecas, dos arquivos e dos locais de culto. Nestes casos de falta de regulamentação, o caso corrente era aplicar o Regulamento Geral de Edificações Urbanas de 1951, que é obviamente desadequado e insuficiente [4] [18].

Consultando a figura seguinte, pode-se constatar a disparidade e heterogeneidade do desenvolvimento de artigos na antiga regulamentação de SCIE por tipo de edifícios:

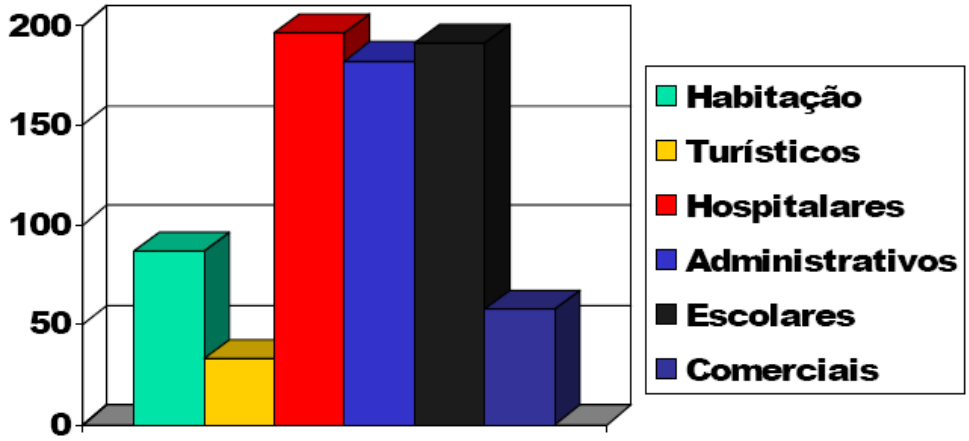


Fig. 4.1 – Heterogeneidade dos artigos de SCIE por tipo de edifício [4]

Ainda é de referir que, em função desta multiplicidade de textos regulamentares, é comum encontrarem-se afirmações divergentes e até mesmo contraditórias para o mesmo tipo de problemas. Consequentemente, era bastante complicado obter uma visão sistematizada e decorrente interpretação uniforme das normas das entidades responsáveis pela aplicação da lei, o que posteriormente acarretava graves problemas às autoridades técnicas [18].

No caso particular do controlo de fumos, é de notar que a sua presença na antiga regulamentação foi bastante descurada, começando a ser objecto de maior atenção e também a ter o seu próprio capítulo, ou seja, mais peso e, consequentemente, maior número e grau de exigências nos documentos emitidos a partir de 1998, ou seja, nos documentos relativos aos edifícios administrativos, hospitalares e escolares.

4.1.3. Nova Regulamentação de Segurança Contra Incêndio em Edifícios

A nova Regulamentação de SCIE resulta, então, de uma decisão política, com vista a garantir que a legislação agora vigente de SCIE é mais pormenorizada e rigorosa e tem uma estrutura mais lógica e compreensível, sendo também um documento de manuseio mais fácil e rápido. Desta forma, surge, então, o novo Regulamento Segurança Contra Incêndio em Edifícios, que é aplicável a todos os tipos de edifícios e recintos.

Este novo regulamento é composto pelos seguintes documentos:

- Decreto-Lei n.º 220/2008 – Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios (RJSCIE);
- Portaria nº 64/2009, de 22 de Janeiro – Regime de credenciação de entidades para a emissão de pareceres, realização de vistorias e de inspecções das condições de SCIE;
- Portaria nº 610/2009, de 8 de Junho – Funcionamento do sistema informático;
- Portaria nº 773/2009, de 21 de Julho – Registo de entidades com actividades de comercialização, instalação ou manutenção de produtos e equipamentos de SCIE;
- Portaria nº 1054/2009, de 16 de Setembro – Taxas por serviços de SCIE prestados pela ANPC;
- Portaria n.º 1532/2008 – Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios (RTSCIE);

- Despacho n.º 2074/2009 – Critérios Técnicos para Determinação da Densidade de Carga de Incêndio Modificada.

Note-se que, dentre estes vários documentos, apenas três serão abordados ao longo deste trabalho: o RJSCIE, o RTSCIE e o Despacho n.º 2074/2009.

Com os documentos constituintes da nova regulamentação, pretendeu-se inovar e renovar a área da SCIE, sendo de referir que no RJSCIE já foram incorporadas modificações de modo a adoptar o conteúdo contido nas Decisões da Comissão das Comunidades Europeias, relativas às actuais classes de reacção ao fogo de produtos de construção, bem como ao sistema de classificação da resistência ao fogo.

A introdução das exigências regulamentares contidas nos novos documentos deve ser ainda sujeita a análises profundas para avaliar o impacto na redução de danos e perdas de vidas humanas e de bens materiais, patrimoniais, ambientais e de natureza social, aquando da ocorrência de incêndios urbanos e industriais. A avaliação em causa é ainda mais relevante quando se consideram factores como o envelhecimento da nossa população e a actual mobilidade das camadas mais novas das zonas interiores para as cidades do litoral.

Da análise inicial dos legisladores, constatou-se que estas novas soluções impostas pelos novos documentos, apesar de respeitar e ir de encontro às técnicas inovadoras na área da SCIE, não têm um peso significativo no custo final de construção, de acordo com os dados recolhidos em empreendimentos já construídos e que já cumpriam os requisitos que, posteriormente, foram impostos pelas novas directivas regulamentares. Para além disto, convém também referir que a nova regulamentação de SCIE foi escrita com o intuito de simplificar, modernizar e desburocratizar os procedimentos administrativos da Administração Pública, tanto ao nível central, como local, na área da SCIE [18].

Dada a importância e a nova estrutura destes novos documentos, estes serão abordados em seguida com maior atenção e detalhe, dando especial enfoque ao controlo de fumos. Contudo, como os conteúdos do Despacho n.º 2074/2009 são essencialmente práticos e já foram abordados e descritos no Capítulo 2 (consultar o ponto 2.3.5), não se considerou necessário repetir esta informação neste Capítulo.

4.2. REGIME JURÍDICO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS

4.2.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

O RJSCIE é constituído pelo Decreto-Lei (*DL*) n.º 220/2008, de 12 de Novembro, e é o documento central da nova regulamentação, que, como já foi referido atrás, veio trazer sangue novo e novas perspectivas à regulamentação da área de SCIE. Assim, este documento veio uniformizar o que anteriormente era uma massa dispersa e contraditória de exigências regulamentares, apresentando uma estrutura lógica, sólida e coerente. Por outro lado, traz também a vantagem de abranger todos os tipos de edifícios e recintos, exceptuando aqueles que dispõem de regulamentação própria, atribuindo-lhes pelo menos uma de doze utilizações-tipo (*UT*) possíveis, uma vez que tem em conta a possibilidade de utilização mista, e considera ainda quatro categorias de risco [18].

Em termos de disposição dos textos do RJSCIE, este documento é constituído por cinco Capítulos:

- Capítulo I – Disposições gerais;
- Capítulo II – Caracterização dos edifícios e recintos;
- Capítulo III – Condições de SCIE;

- Capítulo IV – Processo contra-ordenacional;
- Capítulo V – Disposições finais e transitórias.

Após estes Capítulos, o RJSCIE ainda possui seis Anexos:

- Anexo I – Classes de reacção ao fogo padrão para produtos de construção, a que se refere o n.º 3 do artigo 9.º;
- Anexo II – Classes de resistência ao fogo padrão para produtos de construção, a que se refere o n.º 3 do artigo 9.º;
- Anexo III – Quadros referidos no n.º 1 do artigo 12.º;
- Anexo IV – Elementos do projecto da especialidade de SCIE, exigido para os edifícios e recintos, a que se refere o n.º 1 do artigo 17.º do presente decreto-lei;
- Anexo V – Fichas de segurança, a que se refere o n.º 2 do artigo 17.º;
- Anexo VI – Equivalência entre as especificações do LNEC e as constantes das decisões comunitárias, a que se refere o artigo 9.º [4] [18].

Dada a importância da boa compreensão deste documento, nos pontos seguintes faz-se uma abordagem mais pormenorizada dos conteúdos que se considerou ter com maior impacto na aplicação prática na segurança contra incêndio em edifícios.

4.2.1.1. Âmbito

Neste ponto houve uma mudança profunda, já que agora a todos os edifícios ou suas partes, exceptuando aqueles que têm regimes próprios, pode atribuir-se uma utilização-tipo (se se tratar de um edifício de utilização exclusiva) ou mais (caso se trate de um edifício de utilização mista), tal como é descrito no artigo 3.º deste documento jurídico.

Assim, estão sujeitos ao regime de SCIE:

- Os ***edifícios***, ou suas fracções autónomas, qualquer que seja a utilização e respectiva envolvente;
- Os edifícios de apoio a postos de abastecimento de combustíveis, tais como estabelecimentos de restauração, comerciais e oficinas, regulados pelos Decretos-lei n.ºs 267/2002 e 302/2001, de 26 de Novembro e de 23 de Novembro, respectivamente;
- Os ***recintos***.

Mas, exceptuam-se do disposto naquele mesmo artigo:

- Os ***estabelecimentos prisionais***;
- Os ***espaços classificados de acesso restrito*** das instalações de forças armadas ou de segurança;
- Os ***paióis*** de munições ou de explosivos;
- As ***carreiras de tiro***.

Mas é de notar que, tal como é dito no ponto 3 do artigo 4.º, cabe às entidades responsáveis pelos edifícios e recintos acima referidos a promoção da adopção das medidas de segurança mais adequadas a cada caso, devendo-se pedir a intervenção da ANPC, sempre que se considerar adequado.

Por outro lado, estão apenas sujeitos ao regime de segurança em matéria de acessibilidade dos meios de socorro e de disponibilidade de água para combate a incêndios, aplicando-se nos demais aspectos os respectivos regimes específicos:

- Os estabelecimentos industriais e de armazenamento de *substâncias perigosas*, abrangidos pelo DL n.º 254/2007, de 12 de Julho;
- Os espaços afectos à indústria de *pirotecnia* e à *indústria extractiva*;
- Os estabelecimentos que transformem ou armazenem *substâncias e produtos explosivos ou radioactivos*.

Ainda, no caso dos edifícios de habitação, nos espaços interiores de cada habitação apenas se aplicam as condições de segurança das instalações técnicas.

Porém, na eventualidade de o cumprimento das normas de SCIE nos imóveis classificados se revelar lesivo dos mesmos ou sejam de concretização manifestamente despropositada são adoptadas as medidas de autoprotecção adequadas, após parecer da ANPC [4] [5] [18].

4.2.1.2. Utilizações-Tipo (UT's)

Tal como já foi referido inicialmente, introduziu-se o conceito de utilização-tipo de um edifício, que tem em linha de conta as características do seu uso. Assim sendo, as doze utilizações-tipo actuais são:

- UT I – Habitação;
- UT II – Estacionamento;
- UT III – Administrativos;
- UT IV – Escolares;
- UT V – Hospitalar e lar de idosos;
- UT VI – Espectáculos e reuniões públicas;
- UT VII – Hoteleiros e restauração;
- UT VIII – Comerciais e gares de transporte;
- UT IX – Desportivos e de lazer;
- UT X – Museus e galerias de arte;
- UT XI – Bibliotecas e arquivos;
- UT XII – Industriais, oficinas e armazéns.

Considerando, então, a possibilidade de o uso de um edifício pode ser de carácter exclusivo ou misto, como se faz a distinção? Quais os critérios a utilizar?

Deste modo, consultando o artigo 8.º, em particular os pontos 2 e 3, do RJSCIE, constata-se que se considera:

- *Utilização exclusiva*: os edifícios e recintos que integrem única utilização-tipo;
- *Utilização mista*: os edifícios e recintos que integrem diversas utilizações-tipo.

Note-se que em qualquer dos casos se devem respeitar as condições técnicas gerais e específicas definidas para cada utilização-tipo.

De acordo com o RJSCIE, aos espaços integrados numa dada utilização-tipo, nas condições a seguir indicadas, aplicam-se as disposições gerais e as específicas da utilização-tipo onde se inserem, não sendo aplicáveis quaisquer outras:

- Espaços onde se desenvolvam actividades administrativas, de arquivo documental e de armazenamento necessários ao funcionamento das entidades que exploram as UT's *IV a XII*, desde que sejam geridos sob a sua responsabilidade, não estejam normalmente acessíveis ao público e cada um desses espaços não possua uma área bruta superior a:

  a) ***10%*** da área bruta afecta às UT's ***IV*** a ***VII***, ***IX*** e ***XI***;

b) ***20%*** da área bruta afecta às UT's ***VIII***, ***X*** e ***XII***.

- Espaços de reunião, culto religioso, conferências e palestras, ou onde se possam ministrar acções de formação, desenvolver actividades desportivas ou de lazer e, ainda, os estabelecimentos de restauração e bebidas, desde que esses espaços sejam geridos sob a responsabilidade das entidades exploradoras de UT's *III* a *XII* e o seu *efectivo não seja superior a 200 pessoas, em edifícios,* ou *a 1000 pessoas, ao ar livre*;
- Espaços comerciais, oficinas, de bibliotecas e de exposição, bem como os postos médicos, de socorros e de enfermagem, desde que sejam geridos sob a responsabilidade das entidades exploradoras de utilizações-tipo *III* a *XII* e possuam uma *área útil não superior a 200 m^2* [3] [4] [18].

4.2.1.3. Produtos de Construção

Como é dito no artigo 9.º, produtos de construção incluem os materiais e elementos de construção, os elementos isolados ou em módulos de sistemas pré-fabricados ou instalações.

Neste ponto, analisa-se o modo como agora se encaram os produtos de construção; em particular as nomenclaturas atribuídas às classificações da sua reacção ao fogo e da resistência ao fogo sofreu profundas alterações, uma vez que se adoptou o sistema europeu, em vez de se manter o sistema utilizado anteriormente, que foi definido pelo LNEC. Convém referir que a reacção ao fogo diz respeito ao desempenho do material em termos do seu contributo para a origem e desenvolvimento do fogo, representando, por seu lado, a resistência ao fogo a duração de tempo durante o qual o elemento de construção desempenha capazmente as funções para as quais é solicitado, sendo o fim desse período definido pelo momento em que aquele elemento já não satisfaz essas funções.

Então, com esta nova legislação, abandonou-se a antiga classificação de reacção ao fogo, constituída pelos seguintes parâmetros:

- M0 – materiais não combustíveis;
- M1 – materiais não inflamáveis;
- M2 – materiais dificilmente inflamáveis;
- M3 – materiais moderadamente inflamáveis;
- M4 – materiais facilmente inflamáveis.

Agora, então, passa-se a aplicar a classificação europeia, mas tendo ainda em conta as seguintes situações:

- Para produtos de construção, excepto pavimentos: A1, A2, B, C, D, E e F;
- Para pavimentos, incluindo os seus revestimentos: $A1_{FL}$, $A2_{FL}$, B_{FL}, C_{FL}, D_{FL}, E_{FL} e F_{FL};
- Para produtos lineares para isolamento térmico de condutas: $A1_L$, $A2_L$, B_L, C_L, D_L, E_L e F_L.

Os parâmetros acima enunciados referem-se às seguintes características do material quanto à sua reacção ao fogo:

- A1 – nenhuma contribuição para o fogo;
- A2 – contribuição para o fogo quase nula;
- B – contribuição para o fogo muito limitada;
- C – contribuição para o fogo limitada;
- D – contribuição para o fogo aceitável;
- E – reacção ao fogo aceitável;

- F – comportamento não determinado.

A acompanhar a nova classificação europeia, existe uma classificação complementar para considerar as possibilidades de o material contribuir para:

- Produção de fumo: s1, s2 e s3;
- Produção de gotículas ou partículas incandescentes: d0, d1 e d2.

Naturalmente, estas classificações não se aplicam nem articulam da mesma forma em todas as situações, o que leva a resultados finais variados.

Comparando a classificação anterior e a actual, constata-se que, apesar da multiplicidade de parâmetros agora incorporados na nova regulamentação para definir a reacção ao fogo, aqueles trazem várias vantagens. Assim, a nova classificação europeia, para além da homogeneização, traz um maior detalhe e minúcia na análise de cada caso [4] [18].

Por seu lado, também na classificação da resistência ao fogo se fizeram sentir as repercussões da adopção das directivas europeias, sendo agora definida pelos seguintes parâmetros:

- R – estabilidade/resistência mecânica;
- E – estanquidade às chamas e gases quentes;
- I – isolamento térmico;
- W – radiação;
- M – acção mecânica;
- C – fecho automático;
- S – passagem de fumo;
- P ou PH – continuidade de fornecimento de energia e/ou de sinal;
- G – resistência ao fogo;
- K – capacidade de protecção contra o fogo.

Tal como anteriormente era feito, os parâmetros acima enunciados continuam a ser acompanhados por um índice numeral, que indicam o intervalo de tempo em que as características dos produtos de construção se mantêm inalteradas sob a acção do fogo. Assim, agora tem-se o seguinte conjunto de valores possíveis para definir a duração de resistência ao fogo: 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240 e 360 minutos. É de referir que neste conjunto apenas houve a introdução da classe de 20 minutos.

Analogamente à classificação de reacção ao fogo, também aqueles valores de resistências não se aplicam de modo igual a todos os casos, que, conjugado com outras indicações complementares, levam a um maior pormenor na análise dos produtos de construção [4] [18].

Para uma análise mais ponderada das implicações destas mudanças, aconselha-se a consulta dos Quadros que constituem os Anexos I e II do RJSCIE.

Note-se ainda que, para facilitar a transição entre estas classificações antigas, definidas pelo LNEC, e as actuais, o RJSCIE tem uma secção reservada para as equivalências entre estas, no Anexo VI. A título de exemplo, a seguir, nas figuras Fig. 4.2 e Fig. 4.3, apresentam-se dois casos ilustrativos.

Reacção ao fogo de produtos de construção destinados a revestimentos de piso

Classificação de acordo com as especificações LNEC	Classificação segundo o sistema europeu	
	Classes	Classificação complementar
		Produção de fumo
M0	$A1_{FL}$ $A2_{FL}$	— s1
M1	$A2_{FL}$ B_{FL}	Não exigível Não exigível
M2	C_{FL}	Não exigível
M3	D_{FL}	Não exigível
M4	E_{FL}	—
Sem classificação	F_{FL}	—

Fig. 4.2 – Quadro II do Anexo VI do RJSCIE [18]

Resistência ao fogo padrão de produtos de construção

Função do elemento	Classificação de acordo com as especificações LNEC	Classificação segundo o sistema europeu
Suporte de cargas	EF	R
Suporte de cargas e estanquidade a chamas e gases quentes	PC	RE
Suporte de cargas, estanquidade a chamas e gases quentes e isolamento térmico	CF	REI
Estanquidade a chamas e gases quentes	PC	E
Estanquidade a chamas e gases quentes e isolamento térmico	CF	EI

Fig. 4.3 – Quadro III do Anexo VI do RJSCIE [18]

4.2.1.4. Locais de Risco

Na regulamentação anterior, já existia uma classificação dos tipos de locais de risco, onde eram estabelecidas e implementadas medidas de segurança mais ou menos rigorosas, consoante os casos em estudo. Mas esta classificação dos locais de risco apenas tinha 4 categorias: locais de risco A, B, C e D.

Entre as novas modificações no novo RJSCIE, houve também inovação na classificação dos locais de risco, devido à inclusão de duas novas tipologias de locais de risco. Assim, a classificação dos locais abrange agora as tipologias: A, B, C, D, E e F. Analisando o artigo 10.º, compreende-se que esta classificação não é linear, mas depende da interacção de diversos factores, como o efectivo do local, pelo efectivo de público do espaço em causa e a percentagem de utilizadores que possam apresentar limitações de mobilidade ou das suas capacidades de percepção e reacção a um incêndio [4] [18].

4.2.1.5. Categorias e Factores de Risco

As alterações na classificação das categorias de risco e dos factores de risco fazem-se sentir ao longo da nova regulamentação.

É de salientar também que as categorias de risco não são uma complementação da classificação dos locais, mas uma classificação diferente e, porventura, até mais importante. Assim, dentro da classificação das categorias de risco, os edifícios e recintos podem ser classificados como sendo da 1.ª, 2.ª, 3.ª ou 4.ª categoria de risco, correspondendo, respectivamente, às categorias de risco reduzido, risco moderado, risco elevado e risco muito elevado. As categorias de risco são atribuídas em função da combinação dos seguintes factores:

- Altura da UT;
- Efectivo;
- Efectivo em locais de risco do tipo D ou E;
- Área bruta;
- Nº de pisos abaixo do plano de referência;
- Espaço coberto ou ao ar livre;
- Saída independente dos locais de risco do tipo D ou E;
- Densidade de carga de incêndio modificada.

A densidade de carga de incêndio modificada é determinada pelos critérios técnicos definidos no Despacho 2074/2009 de 15 de Janeiro, como já se mencionou. A classificação do risco é feita de acordo com os dados presentes no artigo 12.º, que remete, em seguida, o leitor para o Anexo III, para consultar os Quadros aí presentes. Considerando que a apresentação dos quadros de classificação risco de cada UT torna-se bastante extenso, apresenta-se, a seguir, a compilação de toda a informação relativa a este assunto num só quadro resumo.

Quadro 4.1 – Factores de risco de incêndio de cada utilização-tipo

Factores de Classificação	Utilização-Tipo											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Altura da utilização-tipo	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	
Efectivo			♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	
Efectivo em locais de risco do tipo D ou E				♦	♦		♦		♦			
Área bruta		♦										
N.º de pisos abaixo do plano de referência	♦	♦				♦		♦	♦		♦	♦
Espaço coberto ou ao ar livre		♦				♦			♦			♦
Saída independente dos locais de risco do tipo D ou E				♦	♦		♦					
Densidade de carga de incêndio modificada											♦	♦

Pela observação do Quadro anterior, conclui-se que, à excepção da densidade de carga de incêndio modificada e do efectivo, todos os outros factores que influenciam a categoria de risco estão relacionados com a arquitectura do local.

Passando, em seguida, para o artigo 14.º, relativo à classificação do risco, este estabelece cinco regras práticas para a correcta atribuição da categoria, sem dar azo a múltiplos pontos de vista. Assim sendo, é de ter em conta os seguintes pontos:

- A *categoria de risco* de cada uma das utilizações-tipo *é a mais baixa que satisfaça integralmente os critérios indicados nos quadros* constantes do anexo III; na figura abaixo (Fig. 4.4) pode-se ver um exemplo de um dos quadros referidos:

Categorias de risco da utilização-tipo x «Museus e galerias de arte»

Categoria	Critérios referentes à utilização-tipo x	
	Altura da UT X	Efectivo da UT X
1.ª	≤ 9 m	≤ 100
2.ª	≤ 28 m	≤ 500
3.ª	≤ 28 m	≤ 1 500
4.ª	> 28 m	> 1 500

Fig. 4.4 – Quadro VIII do Anexo VI do RJSCIE [18]

- Atribui-se imediatamente a categoria de risco superior a uma dada utilização-tipo, sempre que for excedido um dos valores da classificação na categoria de risco;
- Somente nas utilizações-tipo IV, se não existirem locais de risco D ou E, os limites máximos do efectivo das 2.ª e 3.ª categorias de risco podem aumentar em 50 %;
- No caso de estabelecimentos com uma única utilização-tipo distribuída por vários edifícios independentes, a categoria de risco é atribuída a cada edifício e não ao seu conjunto;
- Os edifícios e os recintos de utilização mista são classificados na categoria de risco mais elevada das respectivas utilizações-tipo, independentemente da área ocupada por cada uma dessas utilizações.

Em particular, deve-se realçar o facto de se passar a considerar que se está perante um local de 4.ª categoria de risco sempre que não se cumpre um dos requisitos da 3.ª categoria de risco. Porém, como os Quadros do Anexo III apresentam também os limites da 4.ª categoria, uma distracção pode levar a um erro que, eventualmente, pode ter consequências muito graves [3] [4] [18].

4.2.1.6. Perigosidade Atípica

A noção de perigosidade atípica é um conceito novo, introduzido agora com a nova regulamentação, utilizado para classificar edifícios e recintos ou fracções destes.

Assim, a perigosidade atípica verifica-se quando estes edifícios e recintos ou suas fracções, comprovadamente, saem fora do campo de aplicação do RJSCIE, devido às grandes dimensões em altimetria e planimetria ou às características de funcionamento e exploração daqueles, como declara o artigo 14.º. Em função disto, estes locais ficam sujeitos a soluções de SCIE que, cumulativamente:

- Sejam devidamente fundamentadas pelo autor do projecto, com base em análises de risco, associadas a práticas já experimentadas, métodos de ensaio ou modelos de cálculo;

- Sejam baseadas em tecnologias inovadoras no âmbito das disposições construtivas ou dos sistemas e equipamentos de segurança;
- Sejam explicitamente referidas como não conformes no termo de responsabilidade do autor do projecto;
- Sejam aprovadas pela ANPC [4] [18] [22].

4.3. REGULAMENTO TÉCNICO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS

4.3.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

O RTSCIE é, por sua vez, constituído pela Portaria n.º 1532/2008, de 29 de Dezembro, sendo uma parte essencial da nova regulamentação. É neste documento que se encontram as disposições técnicas gerais e específicas de SCIE, referidas no artigo 15.º do RJSCIE, relativas às condições exteriores comuns, às condições de comportamento ao fogo, isolamento e protecção, às condições de evacuação, às condições das instalações técnicas, às condições dos equipamentos e sistemas de segurança e às condições de autoprotecção.

É, então, nesta Portaria que se apresentam as disposições técnicas a aplicar em função do risco de incêndio dos edifícios e recintos, classificados em doze UT's e quatro categorias de risco, podendo estes locais ser não apenas de utilização exclusiva, mas também de utilização mista, como já se mencionou aquando da abordagem do RJSCIE [18].

Assim sendo, é no Anexo desta Portaria que se encontra o Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio, sendo este documentos constituído por oito Títulos e um anexo:

- Título I – Objecto e definições;
- Título II – Condições exteriores comuns;
- Título III – Condições gerais de comportamento ao fogo, isolamento e protecção;
- Título IV – Condições gerais de evacuação;
- Título V – Condições gerais das instalações técnicas;
- Título VI – Condições gerais dos equipamentos e sistema de segurança;
- Título VII – Condições gerais de autoprotecção;
- Título VIII – Condições específicas das utilizações – tipo;
- Anexo I – Definições.

Esta Portaria é bastante extensa, mas também muito importante para a aplicação das disposições relativas à SCIE. Assim sendo, far-se-á uma análise aprofundada apenas dos assuntos mais relevantes para SCIE, dando especial atenção ao capítulo do controlo de fumo [19].

4.3.2. EFECTIVO

Este parâmetro é mencionado atrás, na descrição do RJSCIE, no ponto relativo às categorias e factores de risco. Como se pode observar nesse ponto, o efectivo é um dos factores que influencia a classificação de risco de um edifício ou recinto (ou suas fracções), bem como a categoria de risco desse espaço. Assim, como a quantificação do efectivo influencia as medidas de segurança a adoptar para a maioria das UT's, é relevante mencionar este parâmetro. Para se determinar e quantificar o efectivo de um dado espaço deve-se, então, consultar o Capítulo I, do Título IV do RTSCIE, em particular o artigo 51.º, ou as informações constantes do Anexo A deste trabalho [3] [19].

4.3.3. CONTROLO DE FUMO

4.3.3.1. Considerações Gerais

No RTSCIE, o Título VI – Condições gerais dos equipamentos e sistemas de segurança, é composto por doze Capítulos:

- Capítulo I – Sinalização;
- Capítulo II – Iluminação de emergência;
- Capítulo III – Detecção, alarme e alerta;
- Capítulo IV – Controlo de fumo;
- Capítulo V – Meios de Intervenção;
- Capítulo VI – Sistemas fixos de extinção automática de incêndios;
- Capítulo VII – Sistemas de cortina de água;
- Capítulo VIII – Controlo de poluição de ar;
- Capítulo IX – Detecção automática de gás combustível;
- Capítulo X – Drenagem de águas residuais da extinção de incêndios;
- Capítulo XI – Posto de segurança;
- Capítulo XII – Instalações acessórias.

Dentre estes vários Capítulos, aquele que será discutido e abordado é o Capítulo IV, relativo ao controlo de fumo. Convém ainda referir que, dada complexidade deste tema e variedade de situações possíveis, este Capítulo encontra-se dividido em sete Secções:

- Secção I – Aspectos gerais;
- Secção II – Instalações de desenfumagem passiva;
- Secção III – Instalações de desenfumagem activa;
- Secção IV – Controlo de fumo nos pátios interiores e pisos ou vias circundantes;
- Secção V – Controlo de fumo nos locais sinistrados;
- Secção VI – Controlo de fumo nas vias horizontais de evacuação;
- Secção VII – Controlo de fumo nas vias verticais de evacuação [19].

4.3.3.2. Âmbito e Métodos de Controlo de Fumo

Como é dito no artigo 133.º do RTSCIE e como já se afirmou em pontos anteriores, os edifícios devem ser dotados de meios que promovam a libertação para o exterior do fumo e dos gases tóxicos ou corrosivos, reduzindo a contaminação e a temperatura dos espaços e mantendo condições de visibilidade, nomeadamente nas vias de evacuação. Deste modo, o controlo de fumos deve garantir as melhores condições possíveis para uma rápida e eficaz evacuação das pessoas, durante períodos mínimos de tempo, de acordo com o que se encontra regulamentado para o local em causa, bem como facilitar a eficiente actuação do serviço de bombeiros no combate ao incêndio.

O controlo do fumo produzido no incêndio pode ser realizado por varrimento ou pelo estabelecimento de uma hierarquia relativa de pressões, com subpressão num local sinistrado relativamente aos locais adjacentes, com o objectivo de os proteger da intrusão do fumo. Assim sendo, a metodologia de desenfumagem aplicada pode ser de carácter passivo, quando se recorre à tiragem térmica natural, ou activo, quando se utilizam meios mecânicos.

No caso das instalações de desenfumagem passiva, estas compreendem aberturas para admissão de ar e aberturas para libertação do fumo, ligadas ao exterior, quer directamente, quer através de condutas.

Porém, não é permitida a utilização daquelas instalações de desenfumagem passiva em locais amplos cobertos, incluindo pátios interiores e átrios, com altura superior a 12 m.

Por outro lado, no caso das instalações de desenfumagem activa, o fumo é extraído por meios mecânicos e a admissão de ar pode ser natural ou realizada por insuflação mecânica.

Note-se ainda que se podem utilizar as instalações de ventilação e de tratamento de ar dos edifícios no controlo do fumo produzido no incêndio, desde que satisfaçam as exigências expressas no Capítulo do Controlo do Fumo do Título VI do RTSCIE [5] [19].

4.3.3.3. Exigências de Estabelecimento

Como se compreende facilmente, é necessário definir e regulamentar quais os locais que têm que possuir instalações de controlo de fumo, para assegurar que estes espaços possuem as características e instalações para garantir a fuga segura das pessoas dos edifícios e recintos sinistrados.

Assim sendo, de acordo com o artigo 135.º do RTSCIE, devem possuir instalações de controlo de fumo os seguintes locais:

- Vias verticais enclausuradas;
- Câmaras corta-fogo;
- Vias horizontais protegidas;
- Pisos situados abaixo do solo e acessíveis ao público;
- Locais de risco B;
- Locais de risco C;
- Cozinhas;
- Átrios e pátios interiores;
- Espaços da utilização tipo XII;
- Espaços cénicos isoláveis.

Todavia, o RTSCIE define ainda para estes espaços diferentes métodos de desenfumagem. Então, no mesmo artigo, é dito que:

- Nas vias verticais enclausuradas de evacuação de edifícios com altura superior a 28 m devem-se utilizar sistemas de sobrepressão, que devem ser duplicados por sistemas de desenfumagem passiva de emergência com manobra reservada aos bombeiros.
- Nas vias de evacuação horizontais enclausuradas de edifícios com altura superior a 28 m devem-se utilizar sistemas activos de arranque automático, podendo a admissão de ar ser efectuada a partir do exterior ou pela câmara corta-fogo.
- Nas cozinhas devem-se utilizar sistemas de desenfumagem activa, devendo ser instalados painéis de cantonamento dispostos entre as cozinhas e as salas de refeições.
- Nos pisos enterrados, sendo mais do que um piso abaixo do plano de referência, é corrente recorrer à aplicação de meios activos, preferencialmente à hierarquia de pressões. Note-se ainda que as escadas que servem aqueles pisos enterrados, se a sua saída não for directamente para o exterior, devem ser pressurizadas.
- Nos recintos itinerantes ou provisórios, a entidade fiscalização competente pode exigir a instalação de meios de desenfumagem activa, nos casos em que sejam previstos tempos de implantação do recinto num mesmo local superiores a seis meses [3] [19].

4.3.3.4. Instalações de Desenfumagem Passiva

Na Secção II, estabelecem-se as exigências técnicas para as instalações de desenfumagem passiva, em particular as exigências relativas à admissão de ar e à evacuação de fumo, bem como às condutas colectoras.

Assim, de acordo com o artigo 141.º, no caso da *admissão de ar*, o RTSCIE declara que esta pode ser efectuada através de:

- Vãos dispostos em paredes exteriores, cuja parte superior se situe a uma altura até 1 m do pavimento, ou confinando com locais amplamente arejados;
- Bocas de admissão de ar em espaços interiores, ligadas a tomadas exteriores de ar eventualmente através de condutas.

Seguidamente, no artigo 142.º, tem-se que a *evacuação de fumo*, por sua vez, pode ser realizada através de:

- Vãos dispostos em paredes exteriores cuja parte inferior se situe, pelo menos, a uma altura de 1,8 m do pavimento;
- Exutores de fumo;
- Bocas de extracção de fumo em espaços interiores, cuja parte inferior se situe, pelo menos, a uma altura de 1,8 m do pavimento, ligadas a aberturas exteriores, eventualmente através de condutas.

Devendo, finalmente, as *condutas* possuir as seguintes características:

- Secção mínima igual ao somatório das áreas livres das bocas que servem em cada piso;
- Relação entre dimensões transversais não superior a dois, exigência que também se aplica às bocas que servem [3] [19].

4.3.3.5. Instalações de Desenfumagem Activa

A Secção III diz respeito às instalações de desenfumagem activa. Nesta Secção, abordam-se as características da admissão de ar e da extracção de fumo, bem como as condicionantes de dimensionamento deste tipo de sistemas.

Como já se mencionou anteriormente, a admissão de ar nas instalações de desenfumagem activa pode ser realizada por meios naturais ou mecânicos, devendo garantir-se boas condições de resguardo e localização para as aberturas de entrada de ar.

Quanto à extracção de fumos, esta pode ser realizada através de ventiladores ou bocas cuja parte inferior se situe, pelo menos, a uma altura de 1,8 m do pavimento, ligadas a ventiladores através de condutas. Dependendo da altura do edifício, exige-se que os ventiladores de extracção de fumo resistam, sem alterações sensíveis do seu regime de funcionamento, à passagem de fumo a uma temperatura de 400 ºC:

- Durante *uma hora*, em edifícios com *altura menor ou igual a 28 metros*;
- Durante *duas horas* em edifícios com *altura superior a 28 metros* ou em *pisos enterrados*.

Note-se que, por questões de segurança, é exigido ainda no artigo 144.º que as condutas de insuflação de ar forçado e de extracção de fumo apresentem um caudal total de fuga inferior a 20% do caudal a exigir no piso mais desfavorável.

Deve-se ainda referir que o projectista deve ter em conta as condicionantes de dimensionamento expressas no artigo 145.º. Estas condicionantes exigem que, para efeitos de dimensionamento, se assuma que a velocidade do ar nas bocas de insuflação é inferior a 5 m/s e que o seu caudal é da ordem de 60 % do caudal das bocas de extracção, à temperatura de 20ºC [19].

4.3.3.6. Controlo de Fumo nos Pátios Interiores e Pisos ou Vias Circundantes e Controlo de Fumo nos Locais Sinistrados

O controlo de fumos nos pátios interiores e pisos ou vias circundantes e o controlo de fumos em locais sinistrados são abordados nas Secções IV e V do RTSCIE, respectivamente. Contudo, uma vez que o conteúdo dos artigos constantes nessas duas Secções já foram analisados e discutidos no Capítulo 2 deste trabalho, não se considerou necessário repetir a mesma informação neste ponto, com o mesmo nível de profundidade.

No caso dos pátios, só há necessidade de considerar o uso de desenfumagem se estes forem pátios interiores cobertos, podendo utilizar-se meios naturais ou mecânicos. Consequentemente, se o pátio for descoberto, esse espaço é considerado um local naturalmente desenfumado, como afirma o artigo 148.º do RTSCIE. Também quando se trata do controlo de fumo de um local sinistrado, este pode ser realizado por sistemas passivos ou activos, devendo ser considerada ainda a utilização complementar de painéis de cantonamento, independentemente do método aplicado no edifício ou recinto. Assim, os cantões de desenfumagem servem para compartimentar os volumes de fumo gerados no espaço sinistrado, garantindo um maior controlo sobre a camada de fumo que desenvolve durante o incêndio.

Relativamente às disposições construtivas inerentes ao controlo de fumo nos dois tipos de situações mencionadas acima, elas são as já referidas em pontos anteriores, constantes do Capítulo 2 [19].

4.3.3.7. Controlo de Fumo nas Vias Horizontais de Evacuação

Na Secção VI, relativa ao controlo de fumo nas vias horizontais de evacuação, estabelecem-se as exigências regulamentares que se devem verificar nestes locais de modo a torná-los seguros para a evacuação de pessoas, na eventualidade de ocorrência de um incêndio.

O artigo 155.º do RTSCIE declara que o controlo de fumo nas vias horizontais de evacuação pode ser realizado por um de três métodos possíveis de desenfumagem:

- Desenfumagem passiva;
- Desenfumagem activa;
- Sobrepressão relativamente ao local sinistrado.

Caso se aplique um sistema de *desenfumagem passiva*, deve ter-se especial cuidado com a localização e distribuição das aberturas de admissão de ar e de evacuação de fumo, que se encontram descritas no artigo 156.º. Assim sendo, deve-se assegurar que:

- As aberturas de admissão de ar e evacuação de fumo são distribuídas alternadamente;
- A distância máxima entre duas aberturas consecutivas de admissão e evacuação é de:

    a) 10 metros – percursos em linha recta;
    b) 7 metros – restantes tipos de percursos;

- Qualquer saída de um local de risco não situada entre uma abertura de admissão e outra de escape deve distar, no máximo, 5 metros desta última, independentemente do percurso;

- O número existente de aberturas de admissão de ar não deve ser inferior ao número de aberturas de evacuação de fumo;
- As aberturas de evacuação de fumo devem ter uma área livre mínima de 0,10 m^2 por unidade de passagem de largura da via;
- É tida em conta a eventual acção do vento no posicionamento dos vãos de fachada, dispondo-os de forma a permitirem o varrimento das vias horizontais de evacuação por acção das diferenças de pressão estabelecidas pelo vento em fachadas diferentes.

Note-se ainda que, no controlo por desenfumagem passiva, não é permitido efectuar ligações a uma mesma conduta vertical destinada a evacuação de fumo por meios passivos em mais do que cinco pisos sucessivos.

Por outro lado, também ao optar por um sistema de *desenfumagem activa*, as maiores preocupações expressas no RTSCIE centram-se nas aberturas de admissão de ar e evacuação de fumos, como se pode observar no artigo 156.º daquele documento, analogamente ao que passa nos sistemas de desenfumagem passiva. Deste modo, também nos sistemas de desenfumagem activa se deve garantir que:

- As aberturas de admissão de ar e evacuação de fumo são distribuídas alternadamente;
- A distância máxima entre duas aberturas consecutivas de admissão e evacuação é de:

    a) 15 metros – percursos em linha recta;
    b) 10 metros – restantes tipos de percursos;

- Qualquer saída de um local de risco não situada entre uma abertura de admissão e outra de escape deve distar, no máximo, 5 metros desta última, independentemente do percurso.

Todavia, nos sistemas de desenfumagem activa, a admissão pode processar-se por meios naturais ou mecânicos e, em função da sua natureza, aplicam diferentes requisitos. Assim, se a admissão de ar for natural, deve-se verificar que:

- As zonas da circulação compreendidas entre uma abertura para admissão de ar e uma boca de extracção de fumo são varridas por um caudal de extracção igual ou superior a 0,5 m^3/s por unidade de passagem da circulação;
- A área livre dos vãos de parede, para a admissão de ar, se situa na metade inferior do pé direito de referência.

Mas, se a admissão de ar for feita por insuflação mecânica, deve-se assegurar que:

- A velocidade de admissão está compreendida entre 2 a 5 m/s;
- O caudal de extracção é igual a 1,3 vezes o de admissão.

O artigo 157.º ainda acrescenta que, no caso de se utilizarem vãos de parede para a admissão de ar, a respectiva área livre considerada deve situar-se na metade inferior do pé-direito de referência.

É ainda de referir que, quando o sistema de desenfumagem activa estiver a funcionar, a diferença de pressão entre a via horizontal e os caminhos verticais protegidos a que dê acesso deve ser inferior a 80 Pa, com todas as portas de comunicação fechadas.

Finalmente, quanto ao *controlo por sobrepressão*, este apenas é permitido se os locais sinistrados dispuserem de uma instalação de escape de fumo própria, devendo esta instalação impor uma diferença de pressões da ordem de 20 Pa entre as vias e aqueles locais. Ao contrário do que se passa com os sistemas de desenfumagem, no caso da sobrepressão, naturalmente, as maiores preocupações

centram-se nas pressões instaladas entre os espaços sinistrados e os caminhos de evacuação, para evitar a penetração dos fumos e gases nos locais protegidos. Como tal, o artigo 158.º, exige ainda que:

- Quando a comunicação entre o local e a via seja dotada de câmara corta-fogo, a diferença de pressões referida deve ser criada na câmara e, nestes casos, as próprias vias devem dispor de instalações de desenfumagem;
- Quando exista uma câmara corta-fogo a interligar dois locais e não possa ser desenfumada por meios passivos, a câmara deve ser pressurizada entre 20 e 80 Pa relativamente aos referidos locais e deve ser garantida uma velocidade de passagem do ar não inferior a 0,5 m/s com uma porta aberta.

Convém ainda ter em mente que as galerias fechadas de ligação entre edifícios independentes ou entre corpos do mesmo edifício devem ser pressurizadas; e as vias que lhes dão acesso devem dispor, elas próprias, de instalações de desenfumagem [5] [19].

4.3.3.8. Controlo de Fumo nas Vias Verticais de Evacuação

Na última secção do Capítulo IV, a Secção VII referente ao controlo de fumo nas vias verticais de evacuação, estão expressas os requisitos regulamentares a cumprir naqueles locais, para garantir que estes são seguros para a evacuação de pessoas, na eventualidade de ocorrer um incêndio. Assim, considerando que a extracção forçada de fumo em vias verticais de evacuação não é permitida, o controlo de fumo nas vias verticais de evacuação (normalmente caixas de escada), apenas pode ser realizado por um dos dois métodos abaixo:

- Desenfumagem passiva;
- Sobrepressão relativamente aos espaços adjacentes.

Desta forma, se o controlo de fumo nas vias verticais for efectuado por *desenfumagem passiva*, é necessário obedecer às exigências regulamentares expressas no artigo 160.º do RTSCIE. Então, para um bom arejamento das instalações de desenfumagem passiva deve-se assegurar que há aberturas dispostas no topo e na base das vias verticais, com as seguintes características:

- A abertura superior deve ser permanente, ou estar equipada com um exutor de fumo, e ter uma área livre não inferior a 1 m^2;
- Nos casos em que seja exigida câmara corta-fogo e esta se situar abaixo do nível de referência e exista um único piso enterrado, a câmara pode ser considerada ventilada e desenfumada se existirem condutas de entrada e saída de ar com dimensões iguais ou superiores a 0,1 m^2.

Assim, no dia-a-dia corrente, o exutor mencionado acima pode permanecer normalmente fechado, devendo ser dotado de um dispositivo de comando manual de abertura, instalado no interior da escada ao nível do acesso, para estar mais acessível aos bombeiros, em caso de incêndio. Convém ter em conta que, quanto ao somatório das áreas livres das aberturas inferiores, este deve, no mínimo, igualar o valor da área da abertura superior.

Admite-se ainda, no mesmo artigo, que, nas instalações de desenfumagem passiva, o arejamento possa ser assegurado exclusivamente por vãos dispostos em todos os patamares intermédios, cujas áreas úteis por patamar sejam superiores a 0,25 m^2. É obvio que, se tal for implementado, os vãos devem estar permanentemente abertos ou possuir abertura simultânea em caso de incêndio, de modo automático ou por comando do piso de acesso, devidamente sinalizado.

Todavia, relativamente à utilização de sistemas de desenfumagem passiva para as escadas servindo pisos enterrados e com saída directa no exterior, deve-se realçar que aquela só é permitida desde que:

- Exista uma grelhagem permanente com 1 m^2 de área útil ao nível da saída, na parte superior da porta ou junto à laje de tecto;
- Seja admitido, na parte inferior do piso de cota mais baixa, um caudal de ar de compensação não inferior a 0,8 m^3/s, ou exista admissão do ar por meios passivos devidamente dimensionada.

Ora, se se optar pela hipótese de implementar o *controlo de fumo por sobrepressão*, em detrimento da desenfumagem passiva, a penetração de fumo nas vias verticais de evacuação é evitada pelo estabelecimento de uma sobrepressão nessas vias, que pode ser realizada por:

- Insuflação de ar nas vias verticais de forma a estabelecer uma diferença de pressão entre a via vertical e os espaços adjacentes a esta no piso sinistrado, compreendida entre os 20 e os 80 Pa;
- Combinação da insuflação de ar nas vias verticais e controlo de fumo no espaço adjacente a esta, de modo a estabelecer a diferença de pressões já referida acima.

Contudo, se existir uma câmara corta-fogo de acesso à escada, a sua pressão deve ser intermédia entre a da via vertical e os espaços com que comunica.

Uma das grandes preocupações quando se aplica sobrepressão nas vias verticais é a altura do edifício, pois este factor tem um peso significativo para o controlo de fumo nestes locais. Assim sendo, o artigo 161.º diz que, em edifícios de grande altura, as instalações de controlo de fumos por sobrepressão pode ser realizada por:

- Insuflação de ar nas vias verticais, insuflação independente nas câmaras corta-fogo e controlo de fumo no espaço a elas adjacente do piso sinistrado;
- Insuflação de ar nas vias verticais, insuflação independente nas câmaras corta-fogo e a passagem de ar para os corredores, através de grelha dotada de registo corta-fogo de guilhotina calibrado para 70 ºC, associada a extracção no espaço adjacente do piso sinistrado.

Consequentemente, é necessário garantir que os caudais de insuflação das instalações de controlo de fumo por sobrepressão referidas devem permitir:

- Uma velocidade de passagem do ar, na porta de acesso à escada quando esta estiver aberta, não inferior a 0,50 m/s, se não existir câmara corta-fogo;
- Nas vias verticais com câmara corta-fogo, uma velocidade de passagem do ar entre a câmara e os espaços adjacentes do piso sinistrado não inferior a 1 m/s, se as duas portas se encontrarem abertas.

Deve-se ainda instalar, no topo da via vertical, um exutor de fumo de socorro, com 1 m^2 de área útil, de activação alternativa, cuja abertura deve ser apenas facultada aos delegados de segurança e aos bombeiros. Note-se que este exutor pode permanecer normalmente fechado, mas deve possuir um dispositivo de comando manual de abertura, instalado no interior da escada ao nível do acesso.

Outro ponto a ter em mente na existência das vias verticais é o acesso a pisos enterrados. Assim, quando houver casos de escadas que sirvam pisos enterrados e sejam regulamentarmente exigidas câmaras corta-fogo, estas:

- Devem ser pressurizadas;

- No caso de servirem espaços da utilização-tipo II, podem possuir sistema que garanta uma renovação horária equivalente a cinco volumes, no mínimo, e uma diferença de pressão entre a câmara e os locais adjacentes que não ultrapasse 80 Pa.

4.3.4. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

Este é a designação do Título VIII do RTSCIE, onde se pode encontrar um vasto conjunto de artigos complementares aos constantes dos restantes Títulos, organizados em dez Capítulos:

- Capítulo I – Utilização-tipo I "Habitacionais";
- Capítulo II – Utilização-tipo II "Estacionamentos";
- Capítulo III – Utilização-tipo V "Hospitalares e lares de idosos";
- Capítulo IV – Utilização-tipo VI "Espectáculos e reuniões públicas";
- Capítulo V – Utilização-tipo VII "Hoteleiros e restauração";
- Capítulo VI – Utilização-tipo VIII "Comerciais e gares de transporte";
- Capítulo VII – Utilização-tipo IX "Desportivos e de lazer";
- Capítulo VIII – Utilização-tipo X "Museus e galerias de arte";
- Capítulo IX – Utilização-tipo XI "Bibliotecas e arquivos";
- Capítulo X – Utilização-tipo XII "Industriais, oficinas e armazéns".

Porém, constata-se que, neste Título, a presença de artigos relativos ao controlo de fumos não é significativa, uma vez que só se faz referência a este tema em quatro dos Capítulos acima mencionados (nomeadamente nos Capítulos II, IV, VI e X), num total de cinco artigos (designadamente os artigos: 225.º, 250.º, 271.º, 272.º e 306.º).

O primeiro desses artigos é o *artigo 225.º*, pertencente ao Capítulo relativo aos estacionamentos, onde se estabelece que, ao contrário do que se passa com os espaços cobertos, o controlo de fumo em estacionamentos ao ar livre é dispensável. Nos pontos seguintes do artigo apresentam-se dois critérios que são mais relevantes. Assim, foca-se o facto de a existência de boxes no interior dos parques cobertos só ser permitida se, da sua presença, não resultar prejuízo para a satisfação das exigências de controlo do fumo nos pisos dos parques. Ressalva-se ainda que o accionamento das instalações de controlo de fumo por meios activos deve ser possível também por comandos manuais situados no posto de segurança e junto dos locais de entrada e saída de viaturas, estes últimos reservados exclusivamente aos bombeiros.

No *artigo 250.º*, aborda-se o controlo de fumos em espaços da UT VI, em particular os locais cénicos isoláveis. Assim sendo, estabelece que nestes espaços se devem prever instalações de controlo de fumo por desenfumagem passiva, realçando-se que o número de exutores de fumo deve ser igual ou superior a dois. Recomenda-se ainda que estes exutores possuam áreas úteis sensivelmente iguais entre si, devendo a área útil total corresponder, no mínimo, a 5% da área do palco; e deve ser possível o comando manual da instalação, quer a partir do piso do palco, quer do posto de segurança.

No Capítulo VI, existem dois artigos relativos ao controlo de fumo em locais da UT VIII, relativamente extensos. O *artigo 271.º* estabelece as condições específicas de controlo de fumo em gares subterrâneas. Assim, neste artigo afirma-se que, no caso de possuírem um só piso, as gares podem ser desenfumadas por insuflação de ar nas escadas de acesso e saída natural do fumo através de aberturas na laje de cobertura destes locais. Mas, neste tipo de situação, deve-se assegurar que existe, pelo menos, uma abertura de saída de fumo por cada 100 m^2 de área útil da gare, excluindo as vias de evacuação, e a soma das áreas úteis das aberturas deve corresponder, no mínimo, a 1/50 daquela área.

Note-se que a insuflação de ar nas escadas de acesso à gare deve ser efectuada de modo a que a velocidade do ar não ultrapasse 1 m/s, nem se atinjam pressões superiores a 50 Pa.

Contudo, quando existam vários níveis nas gares subterrâneas ou nos pisos subterrâneos de gares mistas, o controlo de fumo deve ser efectuado exclusivamente por meios mecânicos, mantendo-se o nível sinistrado em depressão relativamente aos restantes níveis e às vias de evacuação. Desta forma, sempre que ocorra uma situação deste tipo, deve-se apresentar um estudo do sistema de controlo de fumo dos pisos da gare, a integrar no estudo de segurança, e a sua relação com os percursos de evacuação e de acesso dos meios de socorro, bem como com o plano de actuação em caso de emergência.

É ainda de referir que, em todas as situações descritas acima, quando exista túnel de acesso do meio de transporte, a distância medida na vertical entre o nível inferior dos lintéis ou painéis de cantonamento que encimam as saídas das plataformas de embarque para as vias verticais de evacuação e a parte mais alta do intradorso do túnel deve ser, no mínimo, de 1,10 m.

No *artigo 272.º* do mesmo Capítulo, descrevem-se as exigências regulamentares a verificar no controlo de fumo nos troços de túnel adjacentes às gares subterrâneas. Declara-se neste artigo que, quando o acesso dos meios de transporte a plataformas de embarque, de gares subterrâneas ou de pisos subterrâneos de gares mistas, é efectuado através de túnel, este deve dispor de controlo de fumo efectuado exclusivamente por meios mecânicos. Consequentemente, pode, então, ser necessário realizar ajustes ao sistema de controlo de fumo implementado nestes locais.

Assim, se a gare possuir sistema de desenfumagem, onde a saída dos fumos e gases seja feita por meios naturais, o controlo de fumo do túnel deve ser efectuado através de ventiladores de extracção garantindo uma velocidade de 1 m/s. Mas, se a gare possuir sistema de extracção mecânica, deve-se sempre apresentar um estudo do sistema de controlo de fumo do túnel e gare, a integrar no estudo de segurança. Todavia, independentemente da solução adoptada, os ventiladores dos sistemas de controlo de fumo dos túneis devem poder operar durante duas horas com temperaturas de fumo da ordem dos 400 ºC.

Finalmente, o artigo 306.º pertence ao Capítulo X, relativo ao controlo de fumo dos locais da UT XII. Este artigo estabelece que os espaços da UT XII da 2.ª categoria de risco ou superior, afectos a armazenagem com área superior a 400 m^2, independentemente da sua localização no edifício, devem possuir sistema de controlo de fumo.

Como se pode ver, estes artigos servem como salvaguarda e clarificação de situações diversas, dentro das várias UT's, que poderiam dar azo a múltiplas interpretações e, consequentemente, originar soluções finais contraproducentes. Assim, nestes artigos, referem-se e reforçam-se algumas características já mencionadas no Título VI do RTSCIE. Mas, no caso particular dos artigos 250.º, 271.º e 272.º, estes efectivamente descrevem condições específicas importantes e cuja aplicação, sem dúvida, fazem diferença em caso de incêndio [19].

5

EQUIPAMENTOS E MEIOS DE CONTROLO DE FUMO

5.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Num incêndio, a preocupação central do controlo de fumo é evitar a perda de vidas humanas. Desta forma, o controlo de fumo implica a aplicação e utilização de sistemas focados em garantir condições aceitáveis de visibilidade e também a não contaminação do ar respirável para, assim, minimizar a possibilidade de intoxicação e, consequentemente, a desorientação das pessoas e possíveis casos de ataque de pânico.

Até agora abordaram-se os diversos sistemas de controlo existentes, bem como quais os requisitos e restrições que devem cumprir-se em cada situação, referindo pontualmente os elementos constituintes daqueles sistemas. Porém, os equipamentos que integram as instalações de controlo de fumo são especialmente concebidos com vista a encaminhar os fumos e gases para os locais mais adequados, de modo a evitar os efeitos nocivos que resultam da sua propagação nos espaços interiores, até à conclusão do processo de controlo de fumo.

Assim, neste ponto, procura-se caracterizar os equipamentos e meios de controlo de fumo, de uma forma clara e sucinta. Dentro desta perspectiva geral, vai-se basicamente analisar: as barreiras de cantonamento, os exutores de fumo, os vãos de fachada, as aberturas de fumo, as bocas de transferência de ar, as condutas de ar e fumo, os insufladores de ar e os extractores de fumo.

5.2. BARREIRAS DE CANTONAMENTO

As barreiras de cantonamento têm várias designações no mercado, dependendo da sua natureza, como por exemplo: painéis de cantonamento (se forem fixas) ou cortinas de acantonamento de fumos (se forem flexíveis, podendo estar recolhidas em situação normal e entrando apenas em acção quando ocorre um incêndio).

É definido regulamentarmente que os espaços amplos sejam repartidos em cantões, onde cada um deve ter uma área máxima de 1600 m^2 e dimensões lineares inferiores a 60 metros. Estes cantões são, então, delimitados pelas já referidas barreiras de cantonamento, suspensas dos tectos, que impedem a propagação do fumo. Dada a importância destes elementos, estas barreiras devem ser incombustíveis quando sujeitas às altas temperaturas atingidas durante o incêndio, durante os períodos estabelecidos regulamentarmente para os locais onde sejam instaladas. Assim sendo, elas são sujeitas a testes controlados de resistência ao fogo,em laboratório, como se pode ver na figura seguinte.



Fig. 5.1 – Teste das características de uma barreira de cantonamento [30]

Note-se ainda que estas barreiras de cantonamento podem ser constituídas por diversos materiais. Na figura abaixo, mostra-se, detalhadamente, a textura de uma barreira de cantonamento actual, cuja estrutura se assemelha a uma malha.



Fig. 5.2 – Textura de uma barreira de cantonamento actual [30]

Outro parâmetro que se deve ter em conta, aquando do dimensionamento de barreiras de cantonamento, é a altura destes equipamentos. Assim, estes elementos devem ter uma altura mínima de 0,50 metros, sendo que, muitas vezes, se utilizam peças estruturais do edifício, como as vigas mestras, para reduzir a necessária altura complementar. Por outro lado, apesar de as barreiras de cantonamento não terem uma altura máxima definida regulamentarmente, geralmente recomenda-se que não se exceda muito o limite dos 2,00 metros, sobretudo por razoes estéticas e de peso. Actualmente, existem diversas inovações tecnológicas no campo das barreiras de cantonamento para resolver as soluções inestéticas, sendo estas utilizadas nos mais variados locais. Assim, utilizam-se agora barreiras de cantonamento móveis, que tem a vantagem estética de poderem ser escondidas, tornando-se visíveis apenas quando activadas pela detecção de fumo [2] [21]. Para uma melhor compreensão destes equipamentos, apresentam-se nas figuras seguintes alguns esquemas exemplificativos.

Desta forma, a Fig. 5.3 representa a acção das barreiras de cantonamento durante a ocorrência de um incêndio, numa altura em que já há bastante produção de fumo. Como se pode observar, estas barreiras servem, então, para encaminhar o fumo para a abertura existente no tecto do compartimento (saída dos

fumos para o ambiente exterior), ao mesmo tempo que facilita a fuga das pessoas existentes naquele espaço e a acção de combate executada pelos bombeiros.

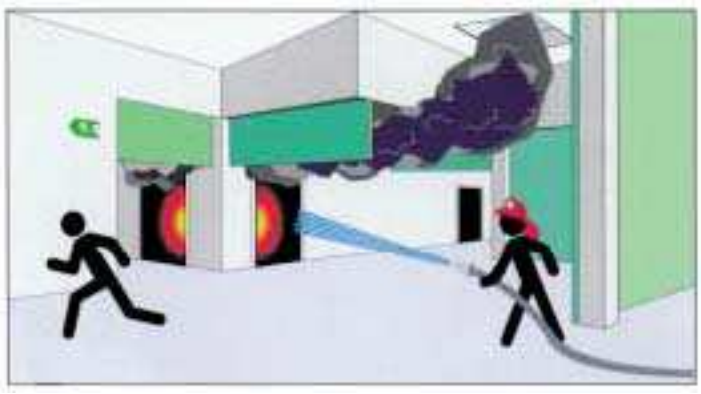


Fig. 5.3 – Entrada em funcionamento de uma barreira de cantonamento móvel [30]

Analisando com mais atenção o funcionamento destes elementos, constata-se que as barreiras de cantonamento móveis estão ligadas a um sistema automático que, quando activado, faz com que aquelas sejam desenroladas, verticalmente (se estiverem suspensas no tecto, por exemplo, numa viga mestra), ou esticadas, segundo a horizontal (se uma das suas extremidades se encontrar cravada numa das paredes laterais e a tela, consequentemente, se deslocar ao longo de uma calha colocada no tecto).

Na figura que se segue, representa-se o funcionamento de uma barreira de cantonamento móvel vertical, em corte, onde se vê o mecanismo responsável pelo desenrolamento da mesma e o peso que se encontra no limite inferior desta. Este peso tem como função garantir que a movimentação gerada pelos gases não interfere com o bom funcionamento da barreira, fazendo com que esta não se afaste da sua prumada.

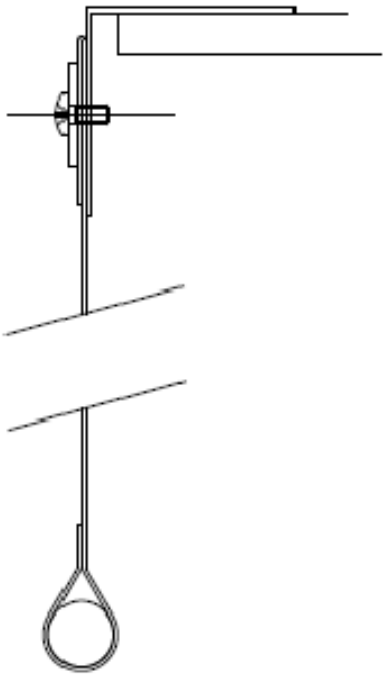


Fig. 5.4 – Mecanismo de funcionamento de uma barreira de cantonamento móvel [30]

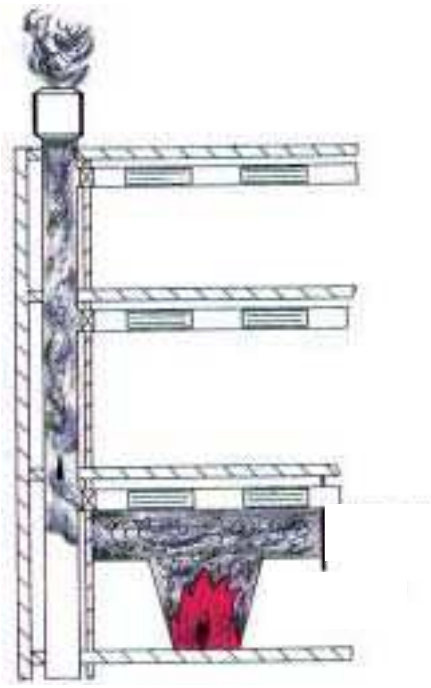


Fig. 5.5 – Acção de uma barreira de cantonamento durante um incêndio [30]

Na figura acima, representa-se, em corte, o funcionamento de uma barreira de cantonamento durante um incêndio. Neste caso, o edifício em causa tem vários pisos e, graças à acção da barreira, os fumos são conduzidos para uma chaminé, sendo depois evacuados para o exterior.

Em seguida, apresentam-se alguns exemplos das soluções disponíveis no mercado.



Fig. 5.6 – Exemplos de barreiras de cantonamento móvel [30]



Fig. 5.7 – Exemplo de barreiras de cantonamento móvel de altura variável [30]

5.3. EXUTORES DE FUMO

Um exutor é um equipamento vocacionado para a extracção natural de fumo, sendo, por isso, instalado nas coberturas dos edifícios e recintos. É utilizado em sistemas de desenfumagem natural, onde a diferença térmica causa uma força que gera um varrimento natural, que, por sua vez, leva à entrada de ar fresco nos locais sinistrados.

Contudo, para além da evacuação dos fumos e gases tóxicos resultantes do incêndio, os exutores também retiram ar quente do interior do espaço, sendo isto particularmente importante durante um incêndio, pois o ar atinge temperaturas muito altas e torna-se prejudicial para os bombeiros e para os bens materiais. Assim sendo, estes equipamentos devem possuir boas características de resistência a altas temperaturas sem sofrer danos.

Estruturalmente, os exutores são constituídos por:

- *Base*: parte fixa, assente na cobertura, que suporta os restantes constituintes do exutor;
- *Tampa*: parte móvel, articulada no rebordo superior da base, que se abre para a saída de fumo;
- *Comando*: dispositivo que causa a abertura da tampa em situação de incêndio (pode ser automático ou manual);
- *Fusível térmico*: liga termossensível interposta no mecanismo que mantém a tampa fechada, que causa a abertura desta, quando o material é enfraquecido pelas altas temperaturas do fumo.

No mercado, é corrente encontrar exutores com aspectos diferentes que resultam da configuração da base e da tampa. Ao observar com mais atenção estes constituintes, constata-se que aquelas variações se prendem com dois parâmetros: a forma da base e a natureza da tampa.

Assim sendo, quanto à base, esta pode ter:

- *Forma rectangular*: é a forma mais vulgar, pois permite uma fabricação mais económica e uma montagem mais prática nos telhados e coberturas, sendo a sua única desvantagem o facto de haver uma certa dificuldade de escoamento do fumo nos cantos, que, por vezes, geram remoinhos;
- *Forma redonda*: é uma forma mais vantajosa e eficaz em termos de escoamento de fumo, devido à ausência de cantos, mas continua a haver perturbações do fluido nas quinas de

bordo da base cilíndrica, independentemente da espessura desta. Por outro lado, não é uma solução corrente, devido à sua montagem mais difícil e cara.

Quanto à natureza da tampa, pode-se encontrar no mercado dois tipos de tampa:

- *Tampa clarabóia*: comummente identificada pela sua cúpula transparente (podendo esta ter diversos formatos), com capacidade para suportar as altas temperaturas do fumo, pode ser ainda utilizada para realizar a iluminação zenital do espaço interior. Em particular, o poliéster armado é considerado uma boa solução, pois em caso de a tampa não abrir correctamente, aquele material funde entre os 800 ºC e os 1200 ºC. Este tipo de tampa pode ser de uma aba, mas quando atinge dimensões maiores é corrente utilizarem-se duas abas.

Nas figuras seguintes, apresentam-se diversas vistas deste tipo de tampas, bem como o esquema do seu mecanismo de funcionamento.



Fig. 5.8 – Exemplos de tampas clarabóia [33]

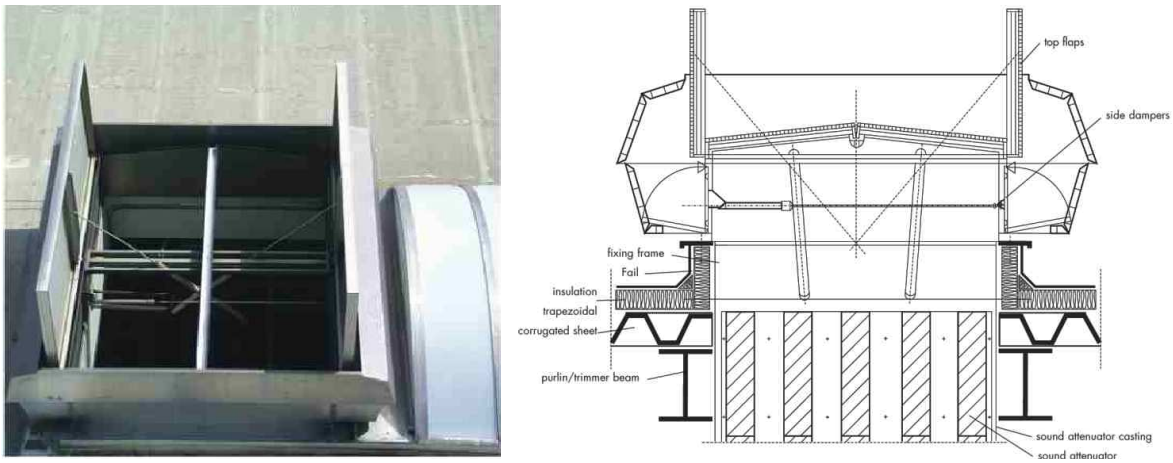


Fig. 5.9 – Vista e esquema do mecanismo interno de uma tampa clarabóia [34]

- *Tampa persiana*: é formada por lamelas paralelas amovíveis, que permitem a passagem de luz natural e o arejamento dos locais, como se pode observar nas figuras seguintes.



Fig. 5.10 – Vista de uma tampa persiana [35]



Fig. 5.11 – Diferentes localizações de tampas persiana [35]

Actualmente, os exutores apresentam já alguns adaptadores para contrariar a acção do vento, como se pode ver nas figuras seguintes:

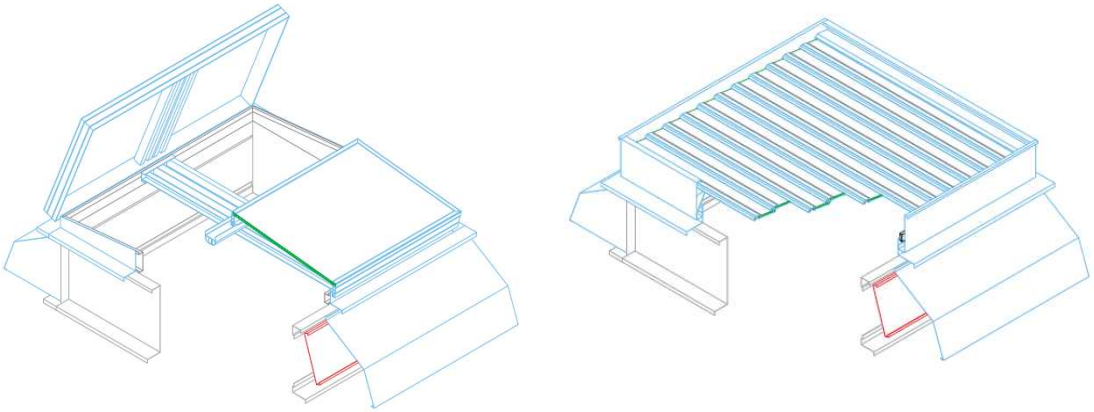


Fig. 5.12 – Protecção contra a acção do vento [36]

Convém ainda referir sucintamente os sistemas de controlo de exutores. A actuação destes sistemas pode ser feita manual ou automaticamente. Assim, um sistema de comando de exutores, pode ser activado por:

- Comando mecânico;
- Comando electromagnético;
- Comando eléctrico;
- Comando electrónico;
- Comando pneumático;
- Comando hidráulico.

Note-se que todos estes sistemas actuam como sistemas de emergência, mesmo no caso de o fusível termossensível não actuar em situação de incêndio ou num ensaio de manutenção preventiva. Desta forma, além da acção automática do fusível termossensível, qualquer sistema manual actua apenas por ordem expressa do pessoal de segurança ou de combate a incêndios. Os sistemas automáticos, por seu lado, são activados pelos sistemas de detecção implementados no local, mas recomenda-se que possuam a possibilidade de manobra manual, por uma questão de segurança [2] [21].

5.4. VÃOS DE FACHADA

Complementarmente aos exutores, é corrente utilizarem-se vãos de fachada. Estas aberturas possuem uma grelha de lamelas e servem para extrair fumo ao nível da zona enfumada, sendo utilizados em situação normal do dia-a-dia para a entrada de ar fresco nos locais. As lamelas são geralmente amovíveis e possuem um declive de cima no interior para baixo no exterior, apresentando um ângulo superior a 60º com a vertical [2].

Na figura que se segue, representam-se as diferenças sentidas para um mesmo compartimento durante três fases distintas de um incêndio, considerando a diferença de existirem ou não vãos de fachada nesse local. Como se pode constatar, a existência de vãos de fachada é essencial para que a estrutura não colapse, uma vez que, ao facilitar a saída para o exterior dos gases e fumos quentes, garante que estes não afectem tão profundamente os elementos estruturais.

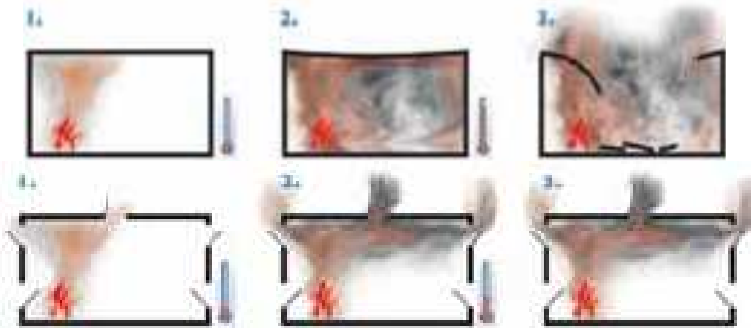


Fig. 5.13 – Comparação das diferenças sentidas durante um incêndio em 3 fases distintas [32]

Em seguida, vê-se, em pormenor, um exemplo de grelhas que constituem dos vãos de fachadas, nas duas posições de funcionamento (aberta e fechada).



Fig. 5.14 – Pormenor de uma grelha de lamelas [37]

Note-se que, na Fig.5.16, se apresenta um exemplo de um vão de fachada de um edifício corrente.

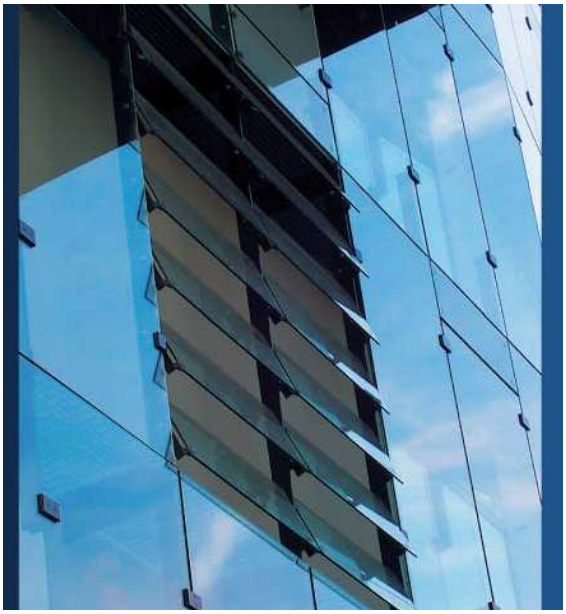


Fig. 5.15 – Exemplo de grelha de lamelas num vão de fachada [37]

5.5. BOCAS DE TRANSFERÊNCIA DE AR

No ponto relativo ao controlo de fumo em edifícios de grande altura, já se referiu que neste tipo de edifícios se deve prever a existência de câmaras corta-fogo para fazer a ligação entre a caixa de escadas e a CHC de cada andar, devendo as portas corta-fogo estar normalmente fechadas. Naquele ponto também se mencionou que é exigida a instalação de aberturas na zona inferior da parede divisória entre a câmara e a CHC, ao lado da porta comum; estas aberturas são, então, tecnicamente designadas por bocas de transferência de ar.

Geralmente, estas bocas encontram-se abertas, mas a presença de fumo nelas deve causar o seu fecho, por acção de um fusível termossensível. Para isso, estas aberturas possuem um obturador tipo guilhotina, formato que permite economizar espaço de actuação, uma vez que a

quelas se encontram embebidas na parede. Por outro lado, este tipo de obturador garante sempre que vai actuar, nem que seja por acção da força da gravidade, tornando-o numa grande mais-valia em situação de incêndio. Assim, na figura abaixo, apresenta-se um exemplo deste tipo de abertura.

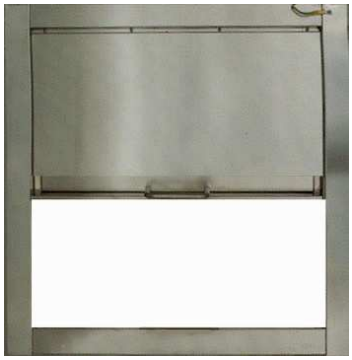


Fig. 5.16 – Boca de transferência de ar do tipo guilhotina [38]

É de referir que, como este dispositivo se encontra num local baixo e acessível por todos, deve possuir um resguardo, que também tem de ser capaz de resistir a altas temperaturas, protegendo, deste modo, o acesso de pessoal não autorizado aos elementos de disparo e à sinalização de estado de início e fim de curso do obturador [2]. Porém, é de salientar que existem outros tipos de obturadores e extractores de fumo, como se demonstra nas figuras que se seguem.

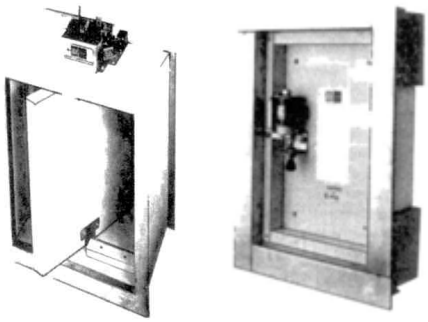


Fig. 5.17 – Outros tipos de obturadores: borboleta e portinhola [2]

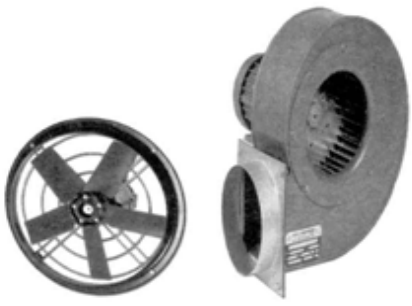


Fig. 5.18 – Outros tipos de extractores de fumo: helicoidal e centrífugo [2]

5.6. CONDUTAS DE AR E FUMO

As condutas que transportam ar fresco para o interior dos edifícios ou recintos e as condutas de extracção de fumos são extremamente importantes para o controlo de fumo. Como tal, estão sujeitas a severas exigências regulamentares, devendo-se garantir ainda que estas condutas apresentam, no mínimo, as mesmas classes de resistência ao fogo e de reacção ao fogo que possuem as paredes e pavimentos que atravessam.

Para garantir que tais exigências regulamentares são verificadas, recomenda-se que estas condutas sejam feitas em chapa de aço galvanizado, convenientemente soldadas, devendo as paredes ser lisas e pouco porosas, para além de que devem ainda possuir boa estanquidade ao ar, no caso de se tratar de um sistema de desenfumagem mecânico. Por outro lado, estas condutas também têm de ser capazes de suportar os esforços gerados pelas elevadas pressões geradas pelos sistemas mecânicos, independentemente da sua natureza de insuflação de ar ou extracção de fumo.

As bocas das condutas de ar e fumo são rectangulares e possuem grelhas, para evitar a entrada de materiais no seu interior. Como tal, deve-se ter em mente que, nos locais que recebem público, quando as bocas destas condutas se situarem abaixo dos 2,25 m, devem ser protegidas com resguardos, para evitar a introdução de materiais estranhos nas condutas.

Nas figuras que se seguem, apresenta-se a vista em corte de condutas de ar e fumo, em duas situações similares: conduta à vista, suspensa do tecto, e conduta escondida, protegida por um tecto falso.



Fig. 5.19 – Conduta suspensa do tecto [39]

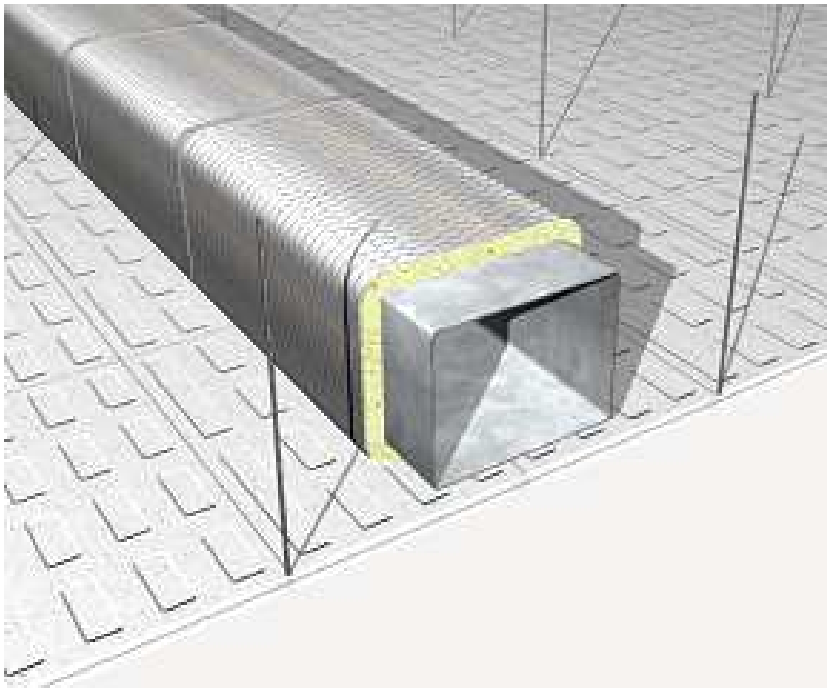


Fig. 5.20 – Conduta sobre tecto falso [40]

É ainda de referir que, para que a instalação de controlo de fumo por condutas funcione correctamente, deve-se garantir a presença de obturadores de conduta na transição entre as condutas horizontais de recolha de fumo em cada piso e a conduta vertical, colectora dos fumos dos vários pisos do edifício.

Em situação normal, estes obturadores encontram-se fechados e abrem-se automaticamente no piso sinistrado, em caso de incêndio, por activação dos sistemas de detecção automática ou pela quebra do fusível termossensível. Como os restantes elementos dos sistemas de controlo de fumo, também estes obturadores têm de ser robustos e de boa qualidade, para além de que devem ainda ser objecto de atenção especial para garantir que são capazes de funcionar de forma eficaz, garantindo, assim, uma elevada fiabilidade [2] [21].

5.7. INSUFLADORES DE AR E EXTRACTORES DE FUMO

No caso do controlo activo de fumo com condutas, utilizam-se os insufladores de ar e os extractores de fumo.

Os *insufladores de ar* são, em suma, ventiladores mecânicos do tipo centrífugo, que possuem potência suficiente para fornecer ar fresco necessário ao piso mais distante. Como tal, deve-se ter em conta no seu dimensionamento as perdas de carga, incluindo também as perdas resultantes de fugas de ar (devidas à porosidade dos materiais das condutas e dos obturadores). É sobretudo relevante fazer este estudo no dimensionamento de um sistema de desenfumagem activa, que utiliza meios mecânicos que vão sujeitar os vários equipamentos a grandes diferenças de pressão. Contudo, se a insuflação de ar para o interior dos locais for directa, ou seja, sem condutas, passam a utilizar-se ventiladores do tipo helicoidal e, para este tipo de casos, no dimensionamento do sistema, deve agora considerar-se a perda de carga nas frinchas das janelas e portas dos espaços pressurizados. É de realçar que, mesmo sem fugas, há perdas de carga.

Por outro lado, nos sistemas activos, os *extractores de fumo* são dispositivos electromecânicos especiais, que são construídos com vista a resistir às altas temperaturas do fumo. Normalmente são extractores do tipo centrífugo, concebidos para vencer grandes percursos em condutas, quando se trate de um edifício de grande altura. Considerando as diferentes situações possíveis, a potência de um extractor é calculada em função da perda de carga nas condutas para o caso mais desfavorável; geralmente, assume-se a hipótese de estar a decorrer um incêndio no piso de cota mais baixa e que o extractor se situa no ponto mais alto (cobertura do edifício ou do piso técnico). Todavia, nos sistemas onde o controlo de fumo se faça directamente, ou seja, sem recorrer a condutas, devem-se utilizar extractores do tipo helicoidal, como é o caso de locais como: estacionamento para viaturas, em pisos subterrâneos; ou em altura, ao ar livre. Note-se que, regulamentarmente, se estabelece que um extractor deve suportar a passagem de fumo a temperaturas da ordem dos 400 ºC durante: duas horas para edifícios de altura superior a 28 metros; ou uma hora nos restantes casos [2] [21].

6
APLICAÇÃO PRÁTICA – PROJECTO

6.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Todos sabemos que a vida humana não tem preço e deve ser protegida com todos os meios e equipamentos disponíveis. Ora, na área da SCIE, isto pode ser atingido se houver um planeamento pormenorizado e exaustivo da segurança, procurando garantir que, numa situação crítica de incêndio, as pessoas dispõem dos meios necessários para a sua sobrevivência e fuga e, se possível, os bens materiais também conseguem ser salvaguardados

Neste capítulo, pretende-se mostrar uma faceta mais prática da SCIE e utilizar os conceitos, conteúdos e informações aprendidos nos pontos anteriores, num caso prático, aplicando a um edifício as disposições construtivas exigidas pela antiga e pela nova regulamentação.

Considerando o leque de campos que a SCIE abrange e o vasto número de critérios que aqueles têm em conta, ao longo deste trabalho apenas se abordou o controlo de fumo em edifícios e, como tal, a verificação prática dos documentos regulamentares somente é aplicada e analisada no que diz respeito ao controlo de fumo.

Assim sendo, este Capítulo inicia-se com uma memória descritiva sumária do edifício e da sua envolvente, passando-se depois à avaliação e verificação das disposições construtivas de controlo de fumo segundo os documentos acima mencionados; consequentemente, apresenta-se dividido em dois grandes pontos, referentes à antiga regulamentação e ao novo Regulamento Técnico de SCIE, respectivamente.

6.2. MEMÓRIA DESCRITIVA

6.2.1. CONTEXTO

O projecto em análise neste Capítulo vai ser construído em Chaves, resultando de uma iniciativa, da Santa Casa da Misericórdia, de remodelação de uma Unidade de Cuidados Continuados e Lar de Idosos.

Este edifício dedica-se ao cuidado de idosos e doentes críticos, que são trazidos para estes locais para serem seguidos com mais atenção e estarem mais perto dos cuidados médicos especiais de que necessitam. Assim sendo, do ponto de vista da SCIE, este é um projecto interessante para analisar, em particular, na perspectiva do controlo de fumo, dada a natureza mais frágil e delicada das pessoas que vivem neste edifício.

Inicialmente, esta Casa de Saúde que, para além de uma Unidade de Cuidados Continuados (UCC), também inclui um lar de idosos, apenas foi projectada como uma Casa de Saúde constituída por um piso de rés-do-chão (*R/C*) e um piso superior, correntemente referida como um edifício com R/C + 1. Porém, com a remodelação e reconstrução actual, o edifício foi aumentado e os seus espaços interiores foram redimensionados, apresentando uma divisão e disposição bastante prática e simples, de acordo com as funções atribuídas aos vários espaços do edifício. Em termos estruturais, a diferença não foi significativa, uma vez que à estrutura inicial apenas foi acrescentado mais um piso superior, prolongando verticalmente o bloco central da UCC, o que faz com que este edifício seja agora um R/C + 2. Do ponto de vista de aplicação e análise dos critérios e parâmetros dispostos nos documentos regulamentares, a nova morfologia da UCC torna-a mais interessante ainda, pois implica uma verificação mais atenta e detalhada, uma vez que o risco de incêndio associado a este local foi aumentado um pouco, para além de que se trata de um edifício que recai dentro da UT V (hospitalar e lar de idosos).

6.2.2. Morfologia da Unidade de Cuidados Continuados

De acordo com os dados fornecidos, para este projecto está prevista uma área bruta de construção de 4.293,70 m^2 e um IC=0,33 m^2/m^2, sendo estes valores inferiores ao máximo permitido. De facto, esta construção situa-se num terreno com 13.000m^2, que possui uma suave encosta exposta a Sul, confinando a Nascente com uma via estruturante de perfil viário duplo, com separador, e a Norte, Sul e Poente confina com privados.

Considerando que esta construção teve de ser conciliada com o edifício já existente, foi necessário redesenhar toda a parte interior construída referente ao piso do R/C, bem como toda a zona de serviços do primeiro piso, à excepção dos quartos. Como já se referiu, um dos factos a destacar nesta construção é o acréscimo de mais um piso superior, onde será instalada mais uma unidade de quartos e apoios, como sucede no primeiro piso e se pode ver na figura seguinte.

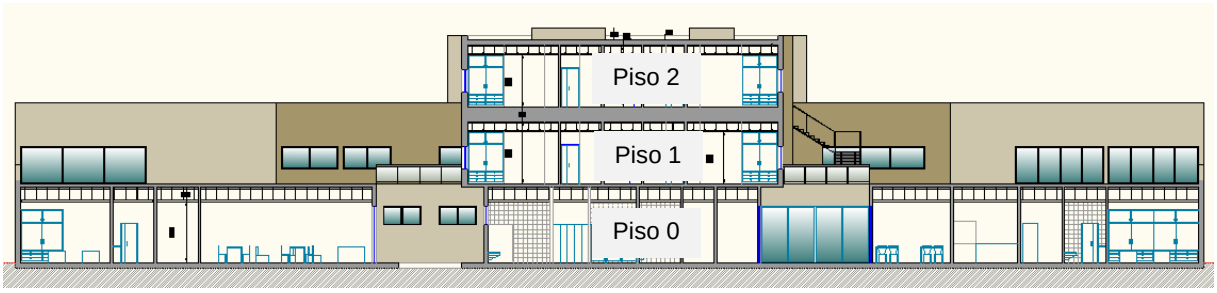


Fig. 6.1 – Corte do edifício em estudo e identificação dos pisos

Note-se que, relativamente ao acréscimo deste piso, foi também feito o reajuste da respectiva laje, passando de laje de cobertura a laje de piso. Por uma questão de simplicidade, os pisos do R/C, do primeiro e do segundo andares passarão a ser designados por: piso 0, piso 1 e piso 2, respectivamente, como se ilustra na Fig. 6.1.

É de salientar que a proposta agora apresentada para o edifício em causa caracteriza-se por ser um edifício com duas funções distintas:

- Piso 0 – Unidade de Cuidados Continuados integrados, constituída por Unidade de Média Duração e Reabilitação e Unidade de Longa Duração e Manutenção;
- Pisos 1 e 2 – Lar de Idosos.

No entanto, apesar desta dicotomia, estas áreas partilham ainda as zonas comuns, nomeadamente a capela, gabinete do director, sala de reunião, gabinete administrativo, casa do gerador, casa das máquinas, despensa dos frios, despensa de equipamento geral, despensa dos géneros alimentícios, cozinha, despensa de dia e arrumos, zona do lixo, rouparia e caixa de escadas e elevador.
Como se pode ver pelas plantas, cortes e alçados em Anexos, esta proposta assenta na modelação do terreno em duas plataformas, conforme a figura abaixo, e tem três frentes.

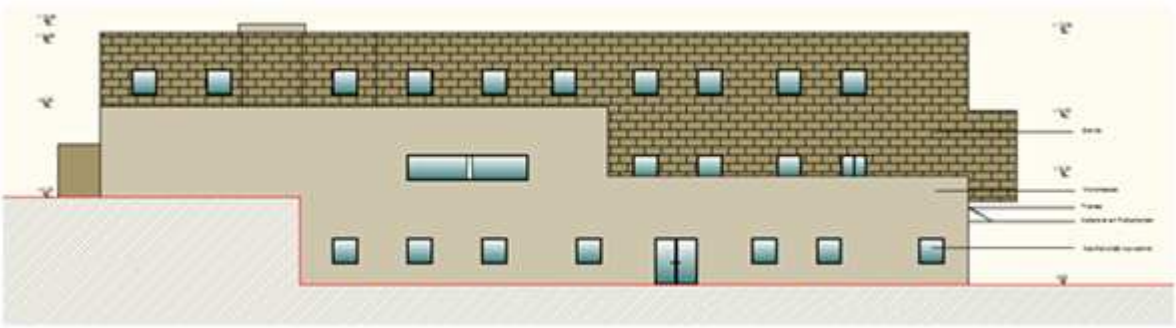


Fig. 6.2 – Vista das duas plataformas no alçado lateral

No R/C do edifício será instalado todo o programa destinado a cuidados continuados e, uma vez que o edifício dispõe de três frentes, será nestas que se irão localizar as zonas de quartos. Considerou-se também, neste piso, a existência de dois pátios ao ar livre, garantindo a essencial luz natural e ventilação a áreas como as circulações e o refeitório; ficando, então, os pisos 1 e 2 totalmente dedicados ao Lar de idosos. Relativamente à acessibilidade, será promovido um acesso automóvel através da via estruturante. A par destas áreas, o conjunto estará dotado de estacionamento automóvel público e zonas verdes. Em relação a estacionamentos automóveis, a proposta apresenta 80 lugares, sendo 9 para deficientes motores, também folgadamente acima dos 47 lugares obrigatórios pelo regulamento do PDM de Chaves.

Resumidamente, o projecto deste edifício apresenta as seguintes características:

Quadro 6.1 – Características gerais do projecto da Casa de Saúde

Características	
Área bruta de construção	4.293,70 m^2
Volume	15.630,90 m^3
Área de implantação	2.088,15 m^2
Cércea	11,60 m^2
Nº de pisos acima cota soleira	3 Pisos (R/C + piso 1 + piso 2)

Quadro 6.2 – Características da Unidade de Cuidados Continuados – piso 0

Unidade de Cuidados Continuados	
Área bruta de construção	2.088,15 m^2
Área de implantação	2.000,15 m^2

Quadro 6.3 – Características do Lar de Idosos – pisos 1 e 2

Lar de Idosos	
Área bruta de construção	1.916,60 m^2
Área de implantação – piso 1	1.162,90 m^2
Área de implantação – piso 2	662,30 m^2
Área de implantação total	1.825,20 m^2

Quadro 6.4 – Características das zonas comuns

Zonas Comuns	
Área bruta de construção	288,95 m^2

6.2.3. ASPECTOS REGULAMENTARES

A adequação de medidas de SCIE a um dado edifício ou recinto implica o conhecimento de certos parâmetros, entre os quais se destacam: o número de pessoas que vão utilizar o espaço, com que finalidade e durante quanto tempo. Ora, para considerar estes factores surgiram os quadros de índices de pessoas por metro quadrado de área ocupada por uma dada utilização, já constantes da antiga regulamentação e presentes também no artigo 51.º do RTSCIE. Estes valores permitem, então, determinar o efectivo expectável para um determinado compartimento pela multiplicação da sua área pelo índice correspondente às características desse mesmo local.

Todavia, para este caso em estudo (edifício dedicado a cuidados continuados e lar de idosos), na antiga e na nova regulamentação estabelece-se que o efectivo seja definido a partir do número máximo de doentes que aí se possa albergar, uma vez que estes se encontrarão ou nos quartos ou nos espaços dedicados aos seus tratamentos. Note-se que a este valor deve aplicar-se, em seguida, factores de majoração para considerar a presença de pessoal técnico e visitas no edifício.

É intuitivo que, dificilmente, os espaços do edifício em estudo serão todos utilizados simultaneamente, no limite da sua capacidade, para além de que é demasiado drástico considerar aquele tipo de situação para definir as medidas de segurança contra incêndio. Assim, a antiga e a nova regulamentação estabelecem que, após determinar o número máximo de utentes do edifício, se aplique os já referidos factores de majoração, em vez da aplicação directa dos índices, para que se obtenha um efectivo final mais realista.

Desta forma, antes de passar à aplicação prática da antiga e da nova regulamentação ao projecto fornecido, bem como à majoração de segurança definidas nestes documentos, deve-se primeiro determinar o número máximo de utentes que este edifício pode servir. Assim sendo, como se pode ver no quadro seguinte, o número de doentes acamados atinge um efectivo total máximo de 90 pessoas.

Quadro 6.5 – Número máximo de doentes acamados na Casa de Saúde

Piso	Compartimentos	Quantidade	Efectivo parcial	Efectivo por piso	Efectivo total
0	Quartos duplos ULDM	7	7 * 2 = 14	32	90
	Quartos simples ULDM	2	2 * 1 = 2		
	Quartos duplos UMDR	7	7 * 2 = 14		
	Quartos simples UMDR	2	2 * 1 = 2		
1	Quartos duplos	12	12 * 2 = 24	27	
	Quartos individuais	3	3 * 1 = 3		
2	Quartos duplos	14	14 * 2 = 28	31	
	Quartos individuais	3	3 * 1 = 3		

Tendo em conta estas informações, passa-se agora para a parte prática deste trabalho, onde se vai verificar se o projecto fornecido cumpre, ou não, as medidas mínimas impostas pela antiga regulamentação e pelos novos Regime Jurídico e Regulamento Técnico de SCIE.

Relativamente ao edifício em estudo, como se pode ver na Fig. 6.2 e pelos desenhos em Anexos, constata-se que esta construção se desenvolverá em duas plataformas desniveladas e, como já se mencionou anteriormente, possui três frentes. Ora, as cotas destes dois níveis correspondem, respectivamente, às dos pavimentos dos pisos 0 e 1. Note-se ainda que estes pisos possuem comunicação directa com as vias de acesso que vão ser utilizadas pelos bombeiros, em situação de incêndio.

Para proceder à classificação deste edifício quanto à sua altura, como está estabelecido nas disposições regulamentares da antiga e da nova regulamentação, deve-se medir a diferença entre a cota do último piso coberto susceptível de ocupação e a cota da via de acesso ao edifício, donde seja possível aos bombeiros lançar eficazmente, para todo o edifício, as operações de salvamento e resgate de pessoas e de combate de incêndio. Como, neste caso, existem duas vias de acesso que os bombeiros podem utilizar, para actuar em caso de necessidade, que se encontram em níveis de cotas diferentes, então, de acordo com as disposições regulamentares, opta-se pela diferença de cotas menor e mais favorável para classificar o edifício, quanto à sua altura, ou seja, a diferença de cotas entre os pisos 1 e 2.

Em face disto, a Casa de Saúde em estudo é considerada um edifício de pequena altura, uma vez que esta é inferior a 9 metros, como se pode ver na figura que se segue.

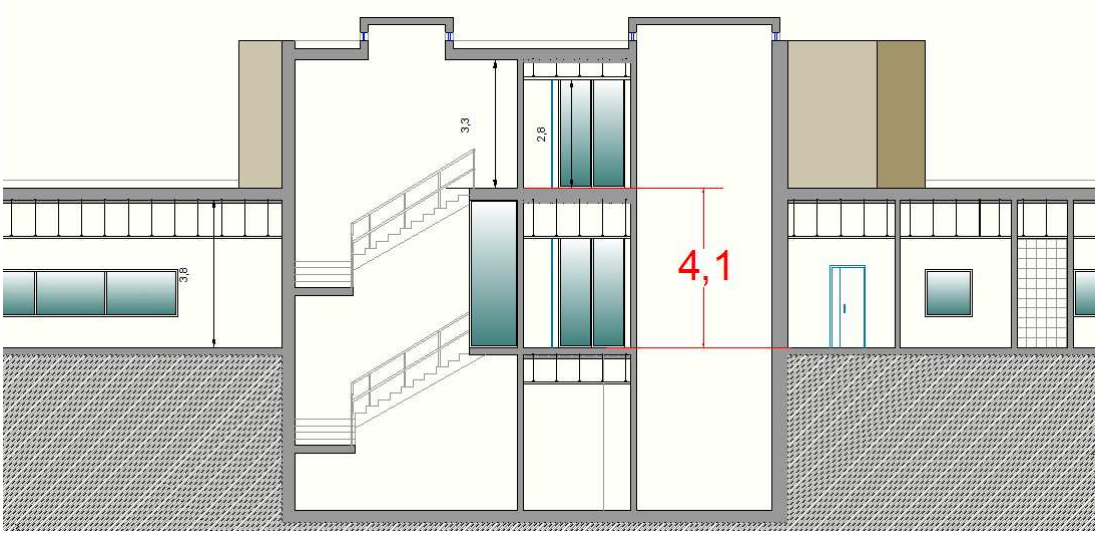


Fig. 6.3 – Detalhe da vista em corte da Secção S2

Nesta figura pode, então, observar-se a caixa de escadas e de elevador, onde se mediu a distância entre o pavimento do piso 1 e a laje do piso 2. Assim, a distância medida é de 4,10 metros, sendo, então, a Casa de Saúde classificada como *edifício de pequena altura*, de acordo com o que é definido nos vários documentos regulamentares.

É de referir ainda que, em caso de falta de pormenores necessários para a verificação de algum artigo das regulamentações em estudo, se vai assumir que o projecto as cumpre, de acordo com o que é dito nas peças escritas fornecidas conjuntamente com as peças desenhadas.

6.3. APLICAÇÃO DA REGULAMENTAÇÃO ANTIGA

Como já se referiu anteriormente, a regulamentação antiga é um conjunto volumoso, com diversos regulamentos de segurança contra incêndio. No caso do projecto em estudo, trata-se de uma Casa de Saúde da Santa Casa da Misericórdia, sendo, por isso, considerada um edifício do tipo hospitalar, de acordo com a antiga regulamentação, e, consequentemente, fica sob a alçada dos seguintes documentos:

- Decreto-Lei n.º 408/1998 – Regulamento de Segurança contra Incêndio em Edifícios de tipo Hospitalar;
- Portaria n.º 1275/2002 – Normas de Segurança contra Incêndio a Observar na Exploração de Estabelecimentos de tipo Hospitalar.

Assim, em seguida procede-se à análise dos artigos constantes nestes documentos que forem relevantes para a verificação do controlo de fumo.

6.3.1. CLASSIFICAÇÃO DO LOCAL DE RISCO

A maioria dos locais contidos no edifício em estudo são locais de risco D, pois estão destinados à utilização dos doentes albergados pela Casa de Saúde, como é o caso dos quartos, refeitórios, salas de convívio, salas dedicadas aos tratamentos dos doentes. Note-se que existem também, neste edifício, locais que não são classificados com esta tipologia de risco (arrumos, salas de arquivos, entre outros).

6.3.2. EFECTIVO TOTAL DO EDIFÍCIO

Como já se disse no ponto 6.2.3., o efectivo desta Casa de Saúde foi calculado a partir do número máximo de doentes acamados que esta Casa de Saúde pode receber, ao qual agora se vão aplicar os critérios de majoração definidos na regulamentação em estudo, de modo a representar uma situação onde se inclui também a presença de pessoal técnico e visitas durante um possível incêndio.

É dito no artigo 7.º do Regulamento de SCIE de tipo hospitalar, que o número de ocupantes potenciais dos edifícios deste tipo é obtido pelo somatório das lotações de todos os seus espaços susceptíveis de ocupação. Mas deve-se ter em conta que, nos locais com lugares reservados a ocupantes acamados, a lotação a considerar é calculada a partir do número máximo daqueles lugares.

Então, como este edifício está totalmente dedicado a doentes que necessitam de cuidados continuados, obtém-se um efectivo total de 288 pessoas. É de realçar que este valor foi obtido pelo somatório do número inicial de 90 doentes acamados e dos valores obtidos pela aplicação do artigo, que se encontram explicados abaixo:

- Define-se que o número de pessoal afecto às pessoas acamadas deve ser de 1 por cada 5 lugares, assim sendo, 90 pessoas acamadas vão necessitar de 18 pessoas;
- Por outro lado, o número máximo de visitas durante o período permitido é de 2 por cada doente acamado, o que, para o número máximo de utentes, implica a contabilização de mais 180 pessoas.

6.3.3.CRITÉRIOS DE SEGURANÇA

Analisando o projecto fornecido, constata-se que nele estão presentes meios que promovem a evacuação dos gases e dos fumos do local de origem do incêndio, arrefecendo o seu ambiente, e que previnem a sua intrusão nas zonas não sinistradas, preservando as vias de evacuação, tal como é exigido pelo artigo 157.º do DL.

Dentre os vários métodos de controlo de fumo possíveis e já abordados em capítulos anteriores, neste caso particular, os projectistas optaram por um sistema de desenfumagem passiva, sendo, assim, o controlo de fumos realizado por tiragem térmica. Como tal, o edifício possui aberturas, ligadas ao exterior, para a admissão de ar e evacuação de fumos produzidos durante o incêndio.

Contudo, falta ainda verificar as exigências de estabelecimento de controlo de fumo, definidas no artigo 160.º do DL. Assim sendo, como se pode ver nas figuras seguintes e nos desenhos contidos nos Anexos, houve o cuidado de enclausurar as vias verticais e horizontais de evacuação, pois estas servem um edifício com 3 pisos (R/C + 2), havendo camas em todos eles.

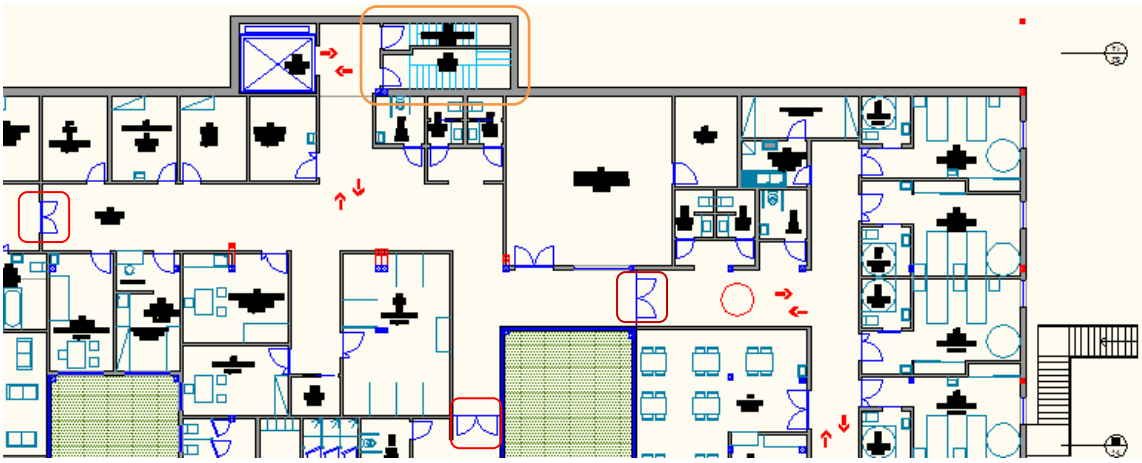


Fig. 6.4 – Detalhe da vista em planta de uma secção do piso 0

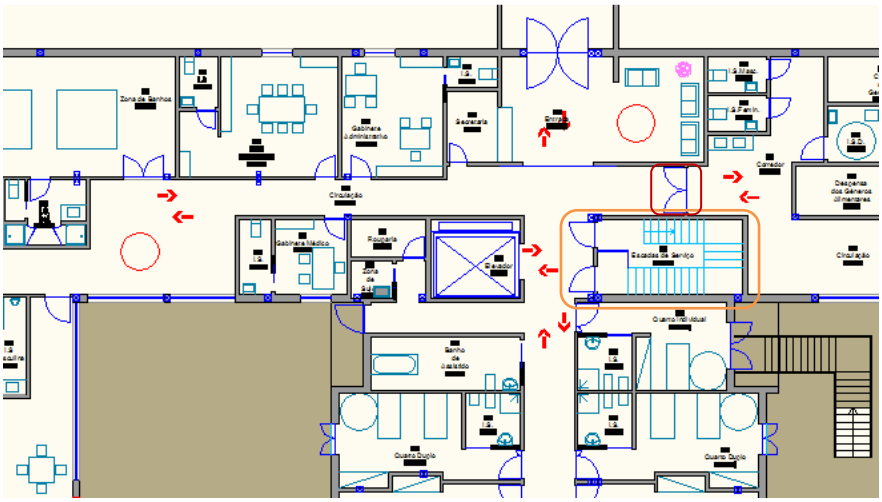


Fig. 6.5 – Detalhe da vista em planta de uma secção do piso 1

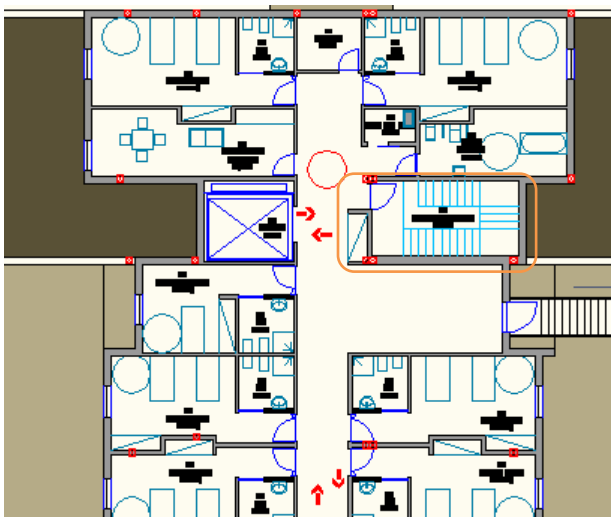


Fig. 6.6 – Detalhe da vista em planta de uma secção do piso 2

6.3.4.CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS INSTALAÇÕES

Relativamente à localização de tomadas exteriores de ar e aberturas de descarga de fumos, estas devem estar localizadas em zonas resguardadas dos fumos produzidos no incêndio, cumprindo as disposições regulamentares expressas no artigo 45.º.

Considerando a morfologia da Casa de Saúde, constata-se que há um recuo dos pisos 1 e 2 em relação ao piso 0, nos dois alçados laterais do edifício, para além de que o alçado posterior existe apenas a partir do piso 1.

Note-se que este edifício tem um vão saliente, delimitado por guardas cheias no alçado frontal, no piso 1. Assim sendo, deve-se avaliar a situação criada por este vão saliente, mas, como o piso 2 está recuado 2,32 metros da prumada daquele (como se pode ver na Fig. 6.7), basta analisar a influência deste elemento sobre as aberturas existentes nos pisos 0 e 1. Devido ao seu recuo, face ao vão saliente do piso 1, o piso 2 não será afectado pelos fumos libertados através das aberturas daquele elemento construtivo.

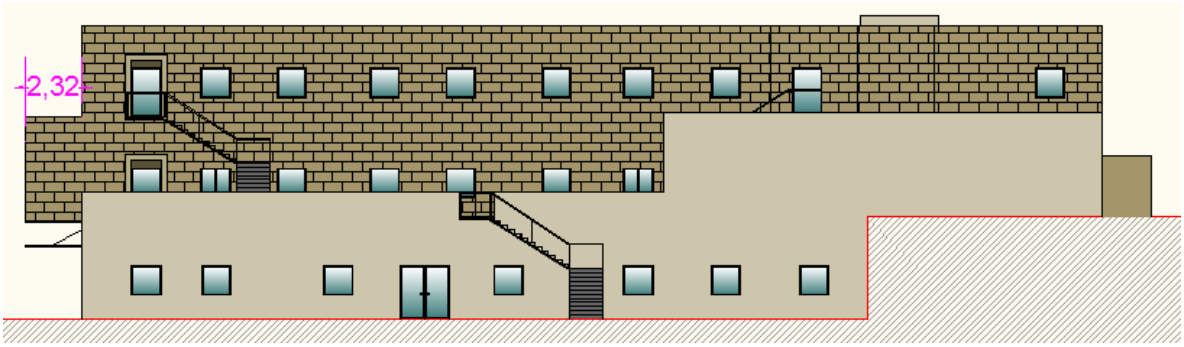


Fig. 6.7 – Recuo do piso 2 face ao vão saliente do alçado frontal

É, então, dito no artigo 45.º que as partes compreendidas entre vãos de fachadas devem ter altura superior a 1,10 metros, mas, caso existam elementos como os referidos atrás, pode-se deduzir o balanço destes elementos à altura indicada de 1,10 metros. Como se pode ver na figura seguinte, constata-se que esta exigência é cumprida, mesmo para o valor total mínimo exigido de 1,10 metros.

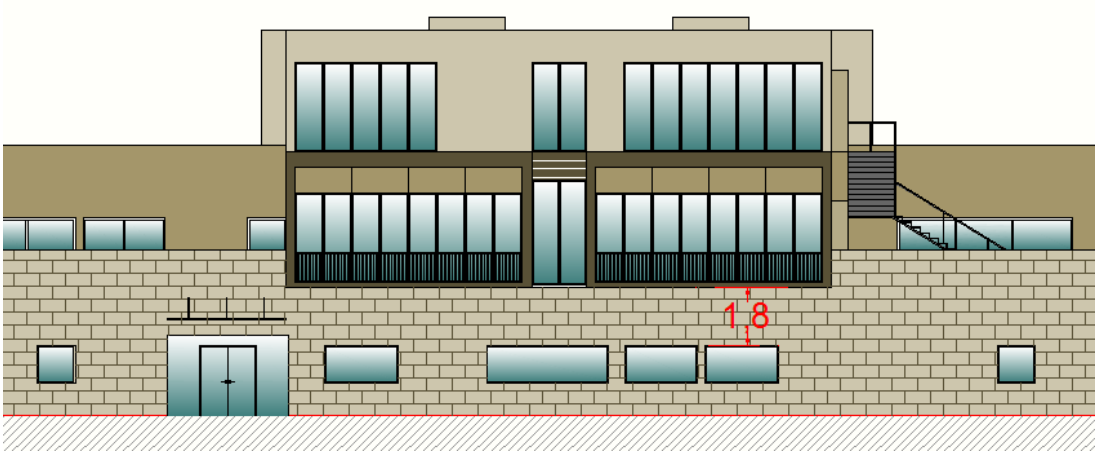


Fig. 6.8 – Verificação da altura no alçado frontal, entre os pisos 0 e 1

No alçado frontal, faz-se apenas esta verificação quanto ao vão saliente, uma vez que as restantes aberturas dos pisos 1e 2 se encontram em prumadas parcialmente recuadas face ao alinhamento da do piso 0. Denote-se ainda que o piso 2 resulta da continuidade do corpo central do edifício, sendo constituído essencialmente por quartos para os utentes, estando este piso parcialmente recuado face às prumadas laterais do piso abaixo.

Por outro lado, no alçado posterior, há a continuação da parede do piso 1 para o piso 2, mas como se trata de uma parede quase cega, como se pode ver abaixo, não é necessário fazer verificações.

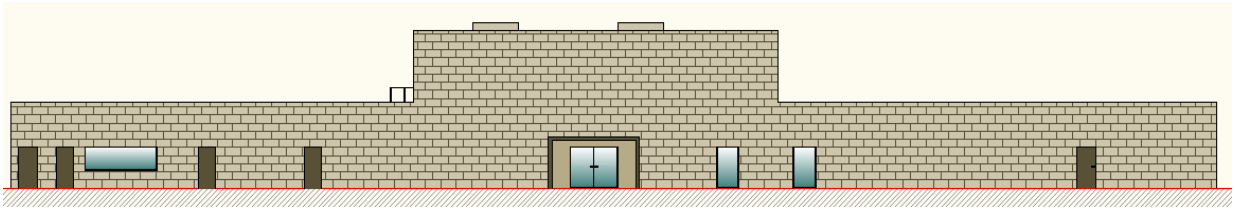


Fig. 6.9 – Alçado posterior

Quanto às restantes faces do edifício, esta exigência é cumprida satisfatoriamente, sendo a distância medida da ordem dos 2,90 metros, como se pode ver nas figuras seguintes.

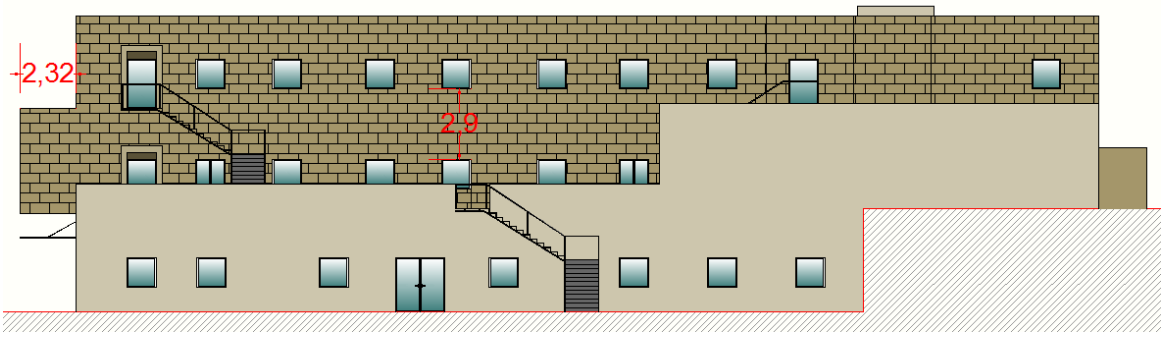


Fig. 6.10 – Alçado lateral direito

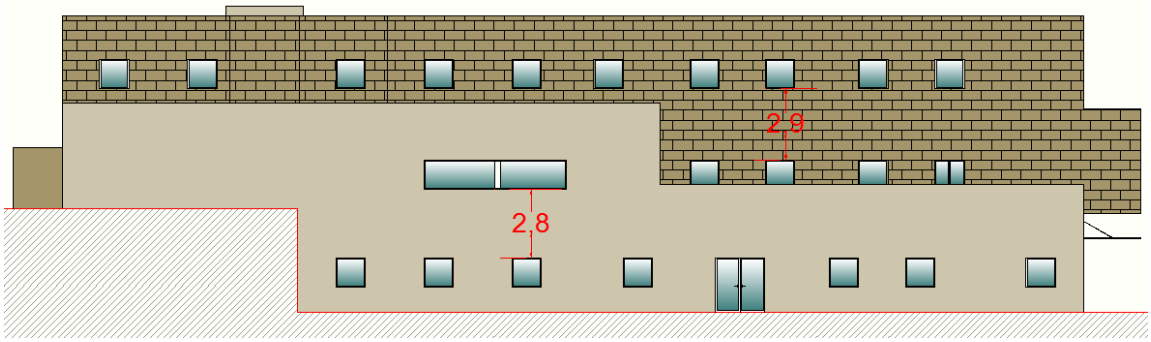


Fig. 6.11 – Alçado lateral esquerdo

Em relação ao alçado lateral esquerdo, faltou referir que existe uma face que continua do piso 0 para o piso 1, onde a distância medida é 2,80 metros, satisfazendo as exigências referidas atrás.

Assim, voltando ao artigo 161.º, conclui-se que as tomadas exteriores de ar podem ser localizadas nas paredes exteriores, desde que estejam situadas a alturas acima dos 1,10 metros referidos anteriormente, relativamente às aberturas do piso imediatamente abaixo.

Note-se ainda que, conforme o artigo 162.º apenas são considerados os vãos de fachada cujos dispositivos de obturação possam abrir num ângulo superior a 60º; assim sendo, todas as janelas e portas para o exterior deste edifício podem ser consideradas como vãos de fachada.

Por outro lado, deve-se assegurar que as bocas de admissão de ar e de evacuação de fumos que existam no interior do edifício estão normalmente fechadas por obturadores, devido às razões já expostas nos Capítulos anteriores deste trabalho. Estes obturadores devem ainda ser construídos com materiais da classe M0 e apresentar classe pára-chamas ou corta-fogo, dependendo da função que realizam (admissão, evacuação), de valor igual ao das condutas respectivas. Desta forma, as condutas devem garantir uma classe de resistência ao fogo igual à maior das exigidas para as paredes e pavimentos que atravessem, mas não inferior a CF 15, ou protegidas por elementos da mesma classe, para além de que estas condutas devem também ser construídas com materiais da classe M0.

Convém ainda ter em mente que as instalações de controlo de fumos devem possuir sistemas de comando manual, duplicados por comandos automáticos, quando exigidos, e devem cumprir as funções definidas no DL em estudo, no artigo 166.º. É de salientar ainda que este edifício dispõe ainda de diversas escadas de emergência, como se pode ver na figura que se segue.

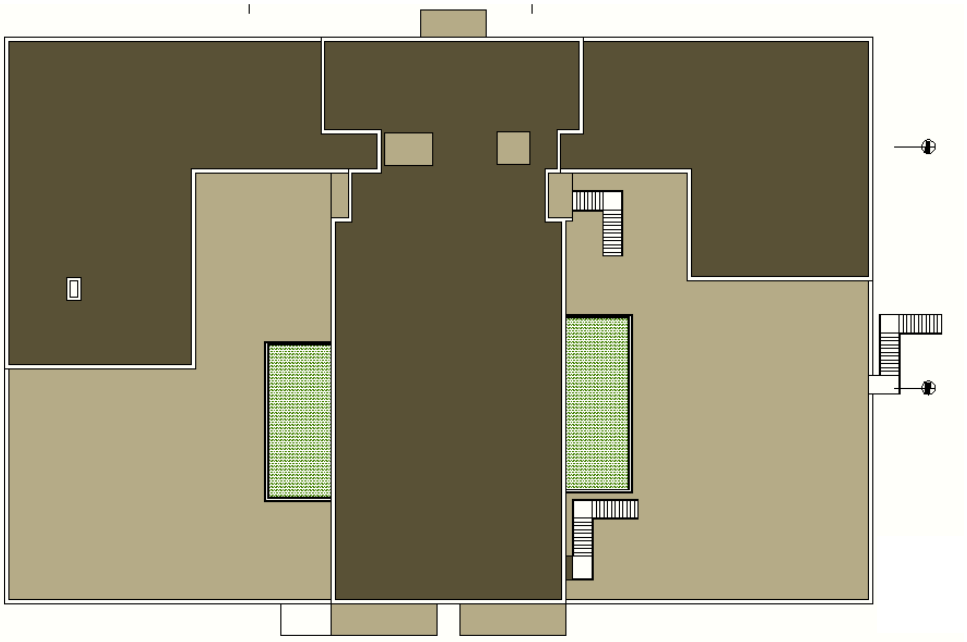


Fig. 6.12 – Vista em planta das escadas de emergência

6.3.5. Instalações de Desenfumagem Passiva

Como já foi mencionado anteriormente, assume-se que no projecto em estudo o controlo de fumos é realizado por desenfumagem passiva, sendo, então, necessário verificar se este edifício cumpre os mínimos exigidos pelo DL 409/1998, nos artigos 167.º a 170.º da Secção IV, relativa às instalações de desenfumagem passiva.

No que diz respeito à admissão de ar para desenfumagem, estabelece-se que esta pode ser realizada através de vãos dispostos nas paredes exteriores, que confinam com espaços amplamente arejados, uma vez que a fachada exterior do edifício está livre e em contacto com o ambiente exterior (excepto uma pequena parte, que está em contacto com o solo, como se pode observar nos cortes e alçados do projecto, constantes dos Anexos deste trabalho) ou através de bocas de admissão, ligadas por condutas a tomadas exteriores de ar. Por seu lado, a evacuação dos fumos pode ser realizada por vãos dispostos nas paredes exteriores, exutores de fumo ou bocas de evacuação, ligadas por condutas a aberturas exteriores de descarga.

Deve-se ainda garantir que os exutores e as outras aberturas exteriores de descarga de fumos são instalados de modo a que a distância, medida na horizontal, a qualquer obstáculo que lhes seja mais elevado, não seja inferior à diferença de alturas, com um máximo exigível de 8 metros, como determina o artigo 169.º; mas, considerando o aspecto exterior desta Casa de Saúde, tal artigo não tem aplicação para este estudo.

6.3.6. Controlo de Fumos em Vias de Evacuação

Tanto nas vias verticais de evacuação como nas horizontais, assume-se que o controlo de fumos é feito por desenfumagem passiva.

Começando pelas vias de evacuação vertical, o artigo 180.º da Secção VI do DL em estudo, para o controlo de fumos nas vias verticais por desenfumagem passiva, exige que:

- O arejamento seja assegurado por aberturas dispostas no topo e na base das vias verticais, devendo a abertura superior ser permanente, ou equipada com um exaustor de fumos, e ter uma área livre não inferior a 1 m^2.

Exige-se ainda que o somatório das áreas livres das aberturas inferiores seja, no mínimo, igual à da abertura superior; e que o referido exaustor, se existir, seja dotado de um dispositivo de comando manual de abertura, instalado no interior da via vertical, ao nível de acesso dos bombeiros.

No caso em estudo, pode-se constatar que, nas vias de evacuação vertical desta Casa de Saúde, os projectistas previram a existência de aberturas no topo das caixas de escadas e elevador, para assegurar o arejamento e a evacuação de fumos que possam introduzir-se neste espaço, como se pode ver na figura seguinte.

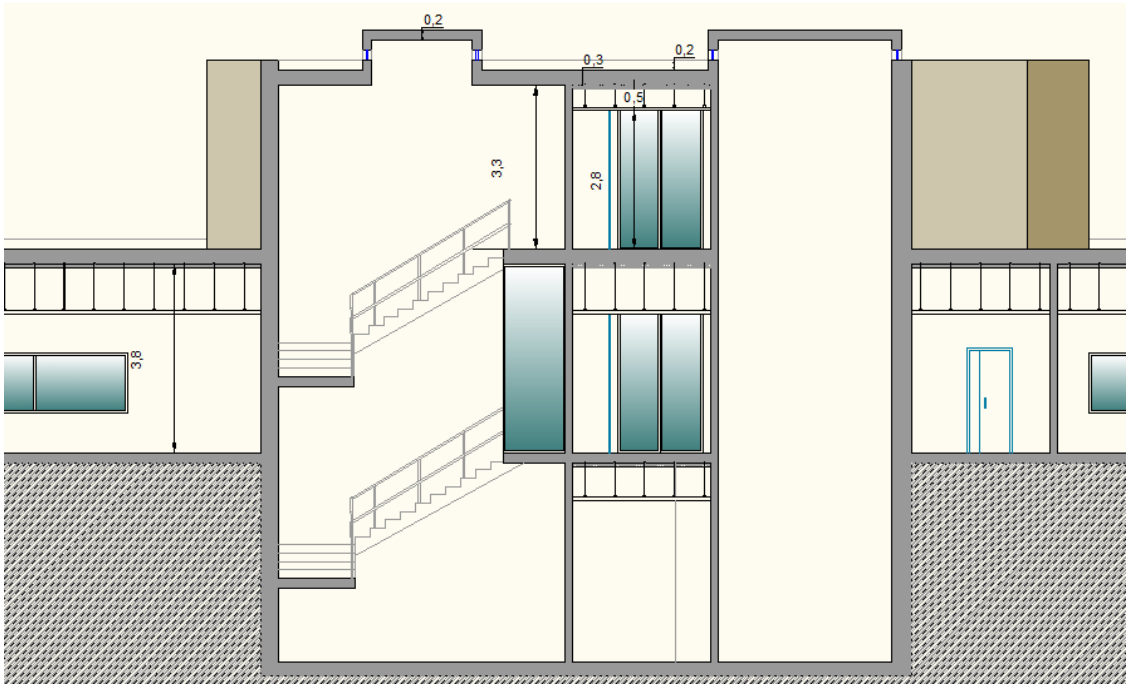


Fig. 6.13 – Detalhe em corte da caixa de escadas e elevador

Quanto às vias horizontais, também se assumiu que o controlo de fumos é realizado por desenfumagem passiva. Para estes casos, é exigido que as aberturas para admissão de ar e evacuação de fumos sejam alternadamente distribuídas, tendo em conta a situação dos locais de risco e de modo que qualquer saída de um local de risco D, como acontece neste edifício, não situada entre uma abertura de admissão e outra de evacuação diste, no máximo, 5 metros de uma daquelas aberturas. Assim sendo, deve-se ainda assegurar a implementação e cumprimento das seguintes medidas relativas às aberturas de admissão de ar e evacuação de fumos:

- A distância máxima, medida segundo o eixo da circulação, entre duas aberturas consecutivas de admissão e evacuação deve ser: 10 metros (nos percursos em linha recta) ou 7 metros (nos outros percursos);
- As aberturas de admissão não devem ser em número inferior às destinadas à evacuação de fumos e qualquer destas últimas deve ter a área livre mínima de 0,10 m^2 por unidade de passagem de largura da via;
- As bocas para evacuação de fumos devem ter a sua parte mais baixa a 1,8 m do pavimento, no mínimo, e serem situadas no terço superior do pé-direito de referência, enquanto as de admissão de ar devem ter a sua parte mais alta a menos de 1 m do pavimento.

Note-se ainda que os vãos de fachada podem ser equiparados a bocas de admissão e extracção simultâneas, se as áreas livres consideradas para a extracção e para a admissão se situarem nas zonas supracitadas.

6.3.7. Notas Finais

Falta ainda referir as disposições regulamentares relativas ao controlo de fumos por desenfumagem passiva nos locais sinistrados.

Relativamente aos locais sinistrados, exige-se que as aberturas para admissão de ar sejam instaladas totalmente na zona livre de fumos e o mais baixo possível, enquanto as aberturas para evacuação de fumos se devem dispor totalmente na zona enfumada e o mais alto possível. Tal como acontecia anteriormente, também aqui se impõe que o somatório das áreas livres das aberturas para admissão de ar não seja inferior ao somatório das áreas livres das aberturas para evacuação de fumos. Note-se ainda que os pontos do artigo 187.º, que se referem ao declive do tecto, não se aplicam, uma vez que os tectos do edifício em causa têm declive nulo.

Por outro lado, existem tectos falsos e, de acordo com o que o DL exige, estes só devem ser tidos em conta se o somatório das áreas das aberturas nele praticadas for inferior a 40% da sua área total, ou se o espaço compreendido entre o tecto falso e o tecto real estiver preenchido em mais de 50% do seu volume. Assim sendo, como as situações atrás descritas não se verificam, estes tectos falsos não devem ser considerados para o controlo de fumos.

Note-se que o DL em estudo ainda faz referência ao controlo de fumo em pátios interiores; mas como os pátios existentes neste projecto são descobertos, tais artigos não se aplicam. A Portaria é também aplicável a edifícios de tipo hospitalar, mas, como se dedica à gestão de segurança, os seus conteúdos não se inserem dentro do âmbito prático do controlo de fumos.

6.3.8. Projecto Final Segundo a Antiga Regulamentação

Após definir os critérios a respeitar em projecto nos vários parâmetros acima mencionados, de acordo com o que é estabelecido pela antiga regulamentação, implementou-se uma possível solução que satisfaz as disposições regulamentares e podem ser vistos nos Anexos.

Começou-se por definir como abordar este projecto, assumindo que se trata de um caso de controlo de fumos por desenfumagem passiva, onde se utilizam condutas “shunt”, como se pode ver nas figuras finais deste ponto e, com melhor resolução, nos desenhos finais nos Anexos.

Todavia, antes de apresentar a solução final, convém explicitar o método aplicado e as diferenças que foi necessário introduzir no projecto, para que a solução obtida não cause problemas de funcionamento.

Então, para incluir a presença de condutas “shunt” neste edifício (metodologia já abordada anteriormente no Capítulo 3), foi necessário definir as áreas onde estas condutas se localizam, devendo esta zona estar livre verticalmente em todos os pisos do edifício. Considerando que os quartos (em particular, os dos pisos 1 e 2) são a maior preocupação a ter em mente nesta abordagem, optou-se por colocar estas condutas nas circulações dos pisos superiores. Pretende-se com esta atitude retirar os fumos que se possam gerar na zona crítica, que é a área central das circulações dos pisos superiores.

Relativamente às alterações iniciais do projecto de arquitectura, estas foram mínimas, uma vez que apenas se moveu duas portas, no piso 0 e 1, respectivamente, e um lava-mãos, no mesmo compartimento do R/C, como se pode nas figuras seguintes. Note-se que nenhuma destas alterações são relevantes para o funcionamento dos compartimentos afectados.

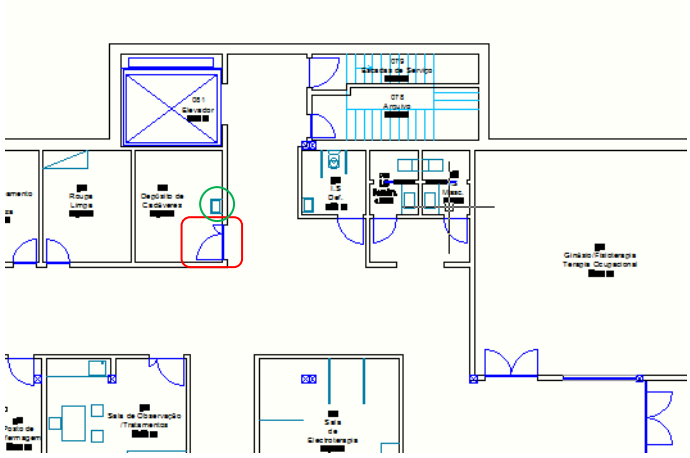


Fig. 6.14 – Porta do piso 0 antes

Denote-se que o lava-mãos da sala de depósito de cadáveres foi deslocado, para facilitar a inserção das condutas de admissão de ar e evacuação de fumos.

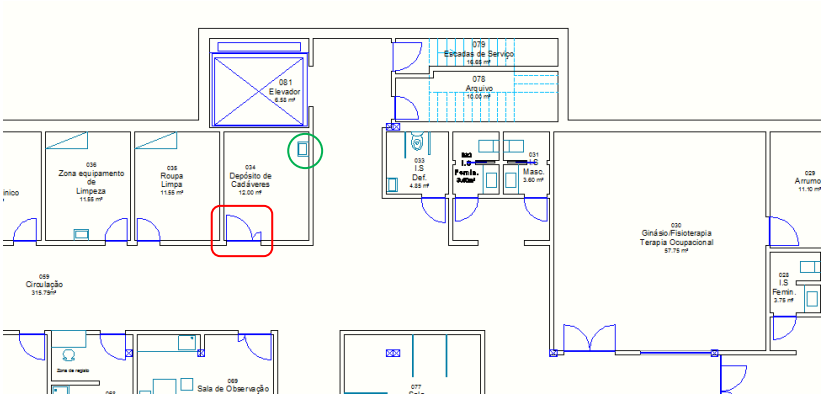


Fig. 6.15 – Porta do piso 0 depois

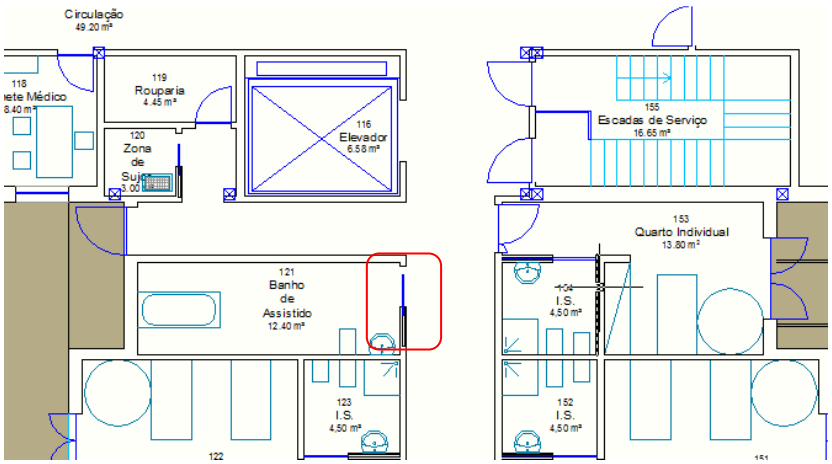


Fig. 6.16 – Porta do piso 1 antes

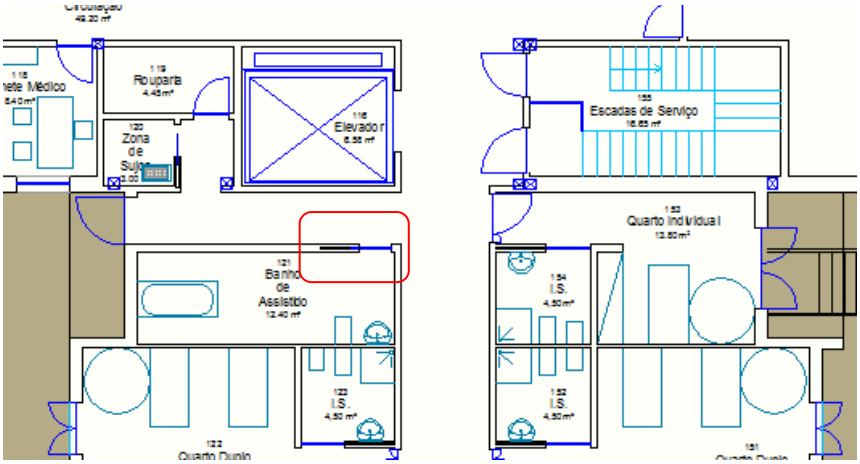


Fig. 6.17 – Porta do piso 1 depois

Apesar de ser intuitivo e quase estar subentendido, as condutas foram situadas nas CHC dos pisos superiores, tendo em linha de conta que todos os compartimentos importantes confinam com o ambiente exterior e, como tal, os vãos na fachada destes espaços fazem a admissão de ar e evacuação de fumo, caso o incêndio ocorra aí ou o fumo penetre nesses locais.

Contudo, como a CHC em causa tem um grande desenvolvimento horizontal, foi necessário utilizar dois conjuntos de condutas "shunt", ou seja, duas condutas de admissão de ar fresco e duas condutas de evacuação de fumos; e definir a localização destas em planta. Note-se que esta decisão vem no seguimento do que está estabelecido nas disposições regulamentares, tendo-se em consideração que, em percursos rectos, a distância máxima entre duas aberturas consecutivas de admissão e evacuação é de 10 metros.

Passou-se para a fase de introdução e localização das condutas "shunt", começando por situar a primeira conduta de admissão de ar fresco a 1,75 metros do limite da caixa de elevador em todos os pisos. Em seguida, definiu-se a localização da primeira conduta de evacuação, a partir do piso 1, a uma distância de 8,59 metros da conduta de admissão, na face oposta da CHC. Note-se que esta conduta de evacuação foi inserida na parede comum das instalações sanitárias, onde não afecta os utentes nem o funcionamento destas áreas.

Porém, ao passar para a localização da segunda conduta de admissão, devido ao traçado da planta do R/C, tornou-se mais complicado decidir onde pô-la. Na figura do R/C que se segue, pode ver-se já a localização da primeira conduta de admissão e as linhas que marcam as distâncias a que ela se encontra, tanto do limite da caixa de elevador, como da conduta de evacuação. Mas é também visível o dilema que surge no que toca à localização da segunda conduta de admissão, sendo que se tem como requisitos a cumprir a distância máxima de 10 metros (em relação à localização da primeira conduta de evacuação) e o alinhamento da parede da CHC nos pisos superiores.

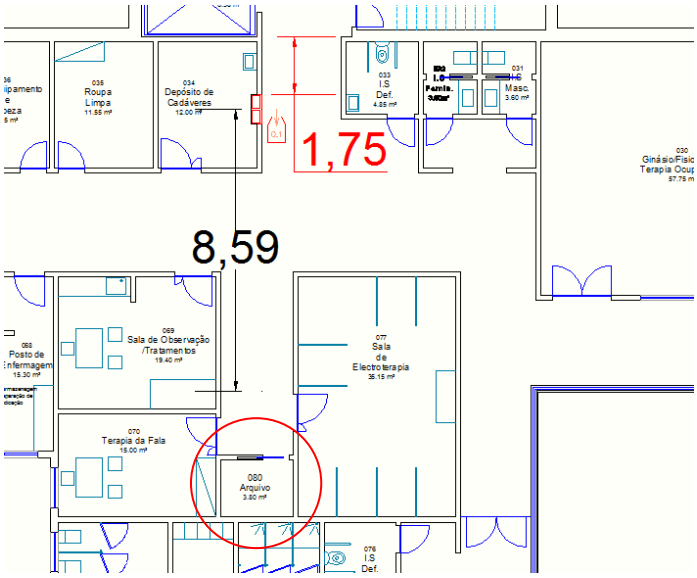


Fig. 6.18 – Detalhe da planta do R/C

Como se pode ver pela figura acima e também pelos desenhos contidos nos Anexos, a seguir à marcação da primeira conduta de evacuação, deparamo-nos com a presença de um arquivo, adjacente ao vestiário feminino. Desta forma, para evitar alterações mais complexas e profundas ao traçado em planta do R/C, decidiu-se eliminar o arquivo e proceder à implantação da segunda conduta de admissão de ar, como se pode observa na figura seguinte.

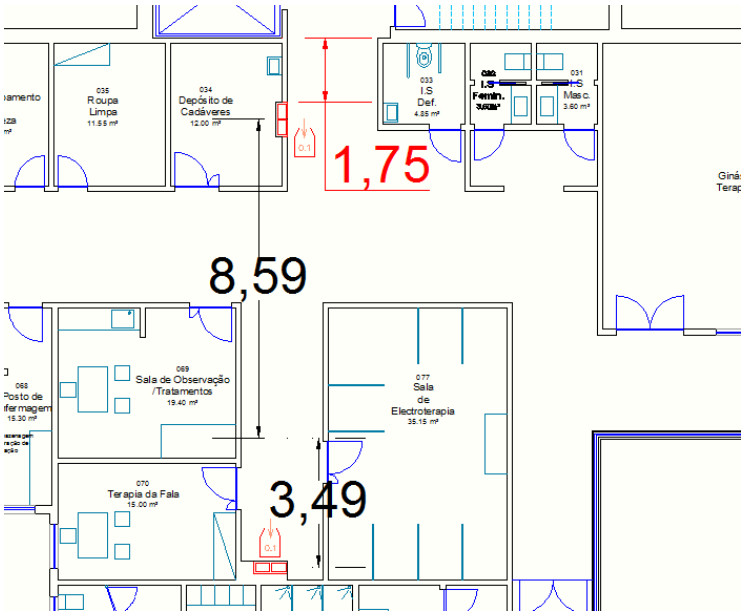


Fig. 6.19 – Localização da segunda conduta de admissão no R/C

Por questões de estética, optou-se por engrossar a parede que envolve a conduta.

Observando a figura anterior, constata-se que, em comparação com as restantes condutas, a secção da segunda conduta de admissão sofreu uma rotação, em planta, devido às restrições impostas pela distribuição dos quartos nos pisos superiores. É de salientar ainda que foi necessário alterar a

espessura de uma das paredes divisórias de dois quartos duplos, de modo a garantir que esta possui as dimensões necessárias para albergar a conduta de admissão no seu interior, como se pode ver nas figuras que se seguem.

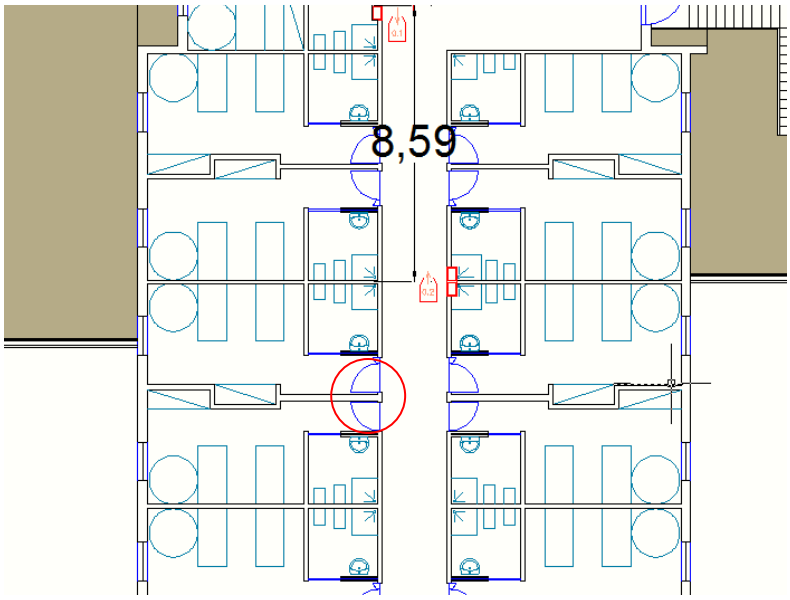


Fig. 6.20 – Parede divisória dos quartos antes

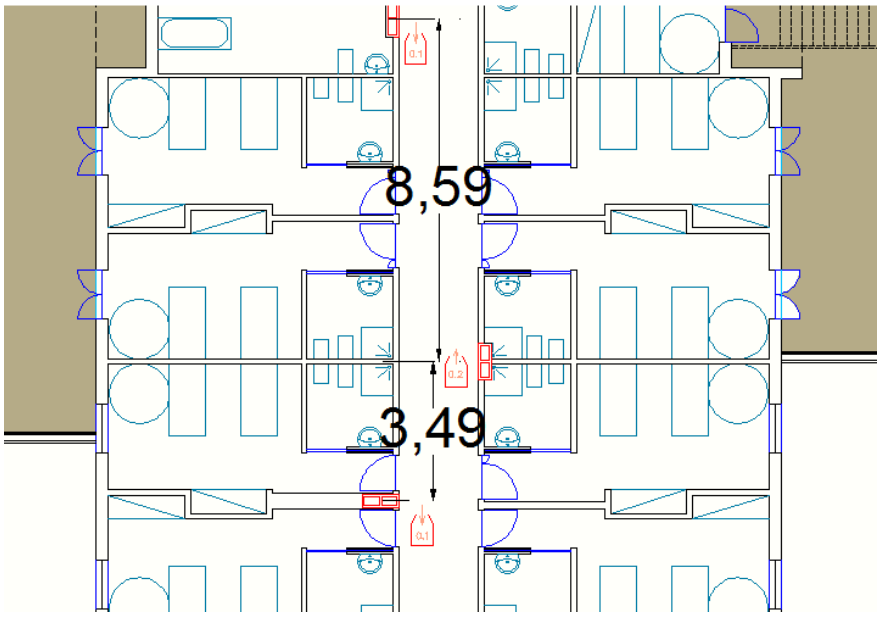


Fig. 6.21 – Parede divisória dos quartos depois

Note-se que, neste caso particular, para um bom funcionamento do sistema de controlo de fumos, deve-se realçar que a grelha de admissão de ar tem de estar na face em contacto com a CHC. É de realçar ainda que a modificação da espessura desta parede foi implementada em ambos os pisos superiores.

Finalmente, para a segunda conduta de evacuação de fumos, já foi mais fácil decidir qual o melhor local para a situar, encontrando-se, assim, a 8,98 metros da segunda conduta de admissão, como se pode ver na figura seguinte.

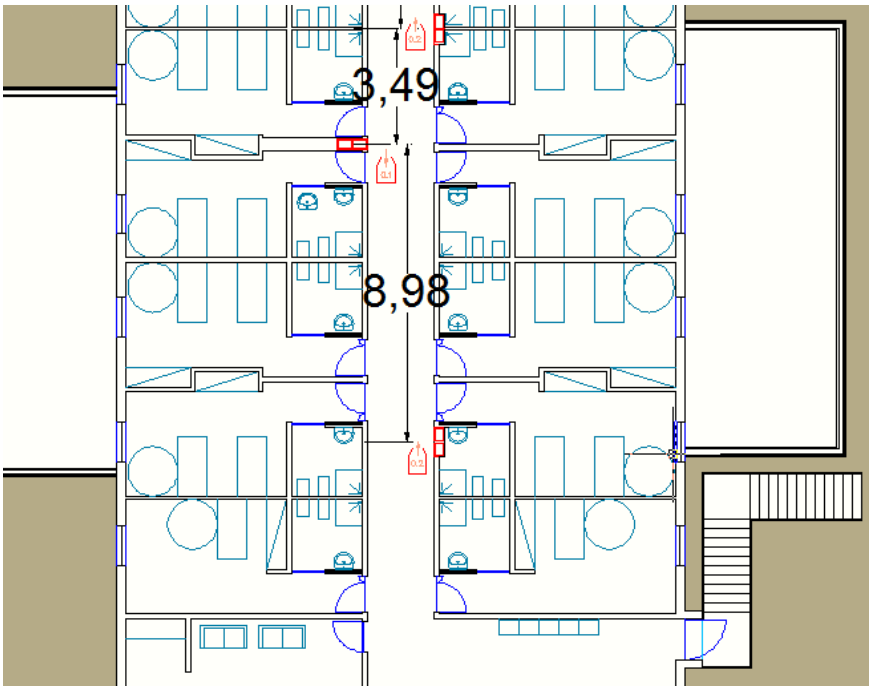


Fig. 6.22 – Localização da segunda conduta de evacuação nos pisos superiores

Ainda relativamente às condutas "shunt" nas CHC, deve garantir-se que as grelhas de admissão e de evacuação têm uma área de 0,10 m^2 e de 0,20 m^2, respectivamente, tal como se encontra definido na solução proposta para este projecto. Note-se ainda que, excepto no caso da segunda conduta de admissão de ar, se assume que as grelhas se encontram localizadas no lado maior da secção da conduta, quando esta é vista em planta.

Passando, agora, para a caixa de escadas, como já se mencionou antes, elas devem ser dotadas de aberturas na base e no topo. Porém, em vez de aproveitar as aberturas já existentes, optou-se por criar uma grelha de admissão de ar na base da caixa de escadas, com uma área de 0,5 m^2, e um alçapão de desenfumagem no topo das caixas de escadas, como se pode observar nas figuras seguintes. Tal como é exigido regulamentarmente, este alçapão garante uma área de evacuação de fumos de 1 m^2 e, para sua melhor visualização na Fig. 6.24, encontra-se traçado a verde.

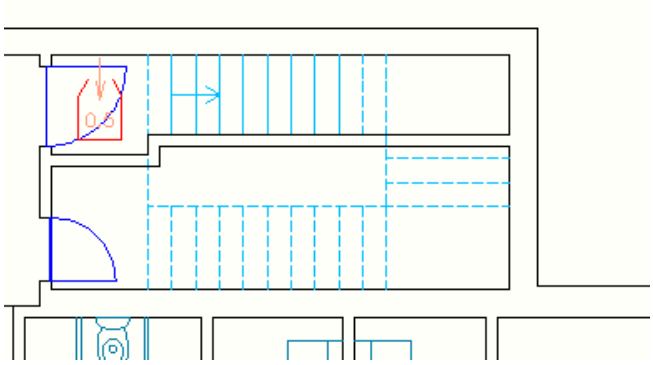


Fig. 6.23 – Grelha de admissão de ar na base da caixa de escadas

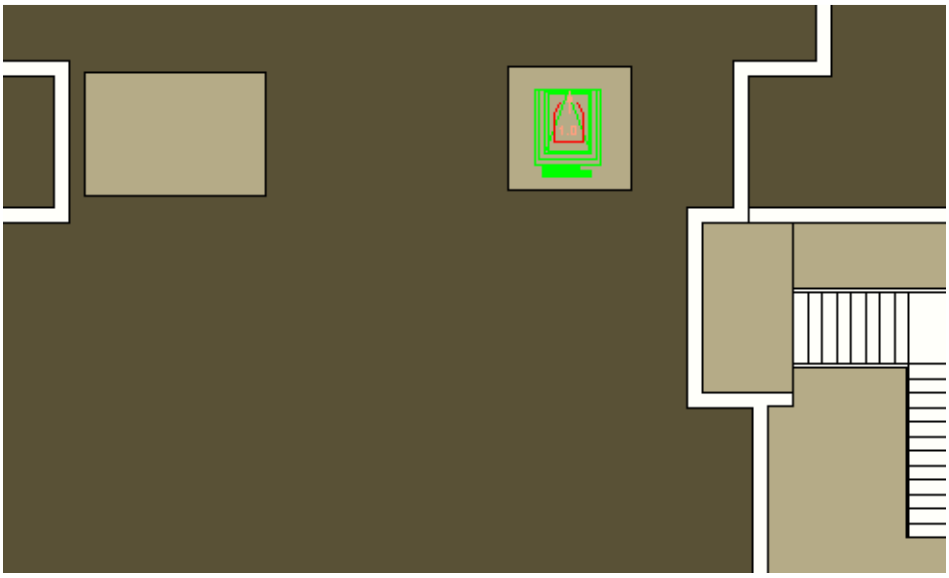


Fig. 6.24 – Localização do alçapão de desenfumagem no topo das caixas de escadas

6.4. APLICAÇÃO DA NOVA REGULAMENTAÇÃO

Na aplicação da nova regulamentação, vai-se fazer a verificação do controlo de fumos segundo o Decreto-Lei 220/2008 e a Portaria 1532/2008, onde constam as condições, critérios e exigências actuais a cumprir no que diz respeito à SCIE.

Como já se referiu anteriormente, o projecto em estudo é uma Casa de Saúde da Santa Casa da Misericórdia, enquadrando-se, por isso, dentro da UT V, relativa a hospitalares e lares de idosos, e a maior parte dos seus locais é classificada como sendo locais de risco D, tal como acontece na aplicação da antiga regulamentação.

De seguida procede-se à análise dos artigos constantes nestes documentos relevantes para a verificação do controlo de fumo.

6.4.1. CLASSIFICAÇÃO DO RISCO E DA CATEGORIA DE RISCO DO LOCAL

Efectivamente, como se estabelece no RJSCIE, no artigo 10.º, a maior parte dos locais constituintes deste edifício são locais de risco D, como já se referiu anteriormente, uma vez que são espaços dedicados à permanência de doentes (estadia, dormida, realização de tratamentos, entre outros), para além de que estas pessoas apresentam também limitações ao nível da mobilidade ou das capacidades de percepção e reacção a um alarme.

Porém, actualmente, dentro de uma mesma UT e tipologia de risco, para definir com maior detalhe as medidas que devem ser cumpridas, é também necessário definir a categoria de risco associada à UT em causa. A categoria de risco desta Casa de Saúde vai, então, ser determinada em função dos seguintes factores de risco associados à UT V, como se pode ver esquematizado no Quadro 4.1 (consultar o ponto 4.2.1.5.):

- Altura da utilização-tipo;
- Efectivo;
- Efectivo em locais do tipo D ou E;
- Saída independente dos locais de risco D ou E.

6.4.1.1. Altura da utilização-tipo

Como já se viu no caso da regulamentação antiga, esta Casa de Saúde tem uma altura máxima (medida desde a cota do pavimento do R/C até à cota do pavimento do piso 2) de 4,10 metros.

6.4.1.2. Efectivo

De acordo com o que é definido no RTSCIE, no artigo 51.º, para determinar o efectivo do edifício em estudo, dado que se trata de um local de UT V, deve-se adoptar como base o número de ocupantes em camas, aplicando a este valor uma majoração de 3,2 vezes. Assim sendo, partindo do número máximo de utentes deste local, ou seja, 90 pessoas, ao aplicar-lhe aquele coeficiente, obtém-se um efectivo final de 288 pessoas.

É de salientar, neste ponto, que, apesar de o modo de cálculo do efectivo ser diferente na antiga e na nova regulamentação, o valor final é igual, ou seja, 288 pessoas. Assim sendo, constata-se que a nova regulamentação mantém a mesma majoração, para considerar a presença de pessoal técnico e visitas no edifício, no efectivo, dando-lhe apenas um aspecto e uma formulação escrita diferentes.

6.4.1.3. Efectivo do Local do Tipo D

Como já foi definido logo à partida, o efectivo dos locais de risco D é de 90 pessoas.

6.4.1.4. Saída Independente

Tal como se pode ver consultando as peças desenhadas incluídas nos Anexos, este edifício possui saídas independentes para o exterior em todos os pisos. Note-se, porém, que este factor de risco se aplica apenas para a 1ª categoria de risco.

6.4.1.5. Categoria de Risco

A figura seguinte é relativa aos valores limites dos critérios que definem as categorias de risco a atribuir aos locais das UT's IV e V. Note-se, contudo, que, como é dito no RJSCIE, basta que apenas um dos valores seja ultrapassado para que o local passe a ter uma categoria de risco superior.

Categorias de risco da utilização-tipo IV «Escolares» e V «Hospitalares e lares de idosos»

Categoria	Critérios referentes às utilizações-tipo IV e V			Locais de risco D ou E com saídas independentes directas ao exterior no plano de referência
	Altura da UT IV ou V	Efectivo da UT IV ou V		
		Efectivo	Efectivo em locais de risco D ou E	
1.ª	≤ 9 m	≤ 100	≤ 25	Aplicável a todos.
2.ª	≤ 9 m	(*) ≤ 500	≤ 100	Não aplicável.
3.ª	≤ 28 m	(*) ≤ 1 500	≤ 400	Não aplicável.
4.ª	> 28 m	> 1 500	> 400	Não aplicável.

Fig. 6.25 – Quadro IV do Anexo III do RJSCIE [18]

Quadro 6.6 – Categoria de risco

Factores de Risco		Categoria de Risco Aplicável
Altura da UT	4,10 m	2.ª categoria de risco
Efectivo	288	
Efectivo em locais tipo D	90	
Saída independente dos locais de risco D	Sim	

Como se constata pela figura e quadro anteriores, então, esta Casa de Saúde pertence à 2.ª categoria de risco, ou seja, apresenta um risco moderado.

6.4.2.CONTROLO DE FUMO

Como já se estabeleceu na análise da regulamentação antiga, o controlo de fumo neste edifício é feito por desenfumagem passiva.

Assim sendo, as verificações seguintes referem-se às exigências regulamentares relativas às instalações de desenfumagem e ao controlo de fumos nos locais sinistrados e nas vias de evacuação, constantes das Secções II a VII do Capítulo IV do RTSCIE. Como já se mencionou aquando da verificação da regulamentação antiga, os pátios deste edifício são descobertos e, como tal, são naturalmente desenfumados, não sendo, por isso, possível aplicar nenhuma das disposições regulamentares relativas ao controlo de fumos.

6.4.2.1. Instalações de Desenfumagem Passiva

Os artigos da Secção II são bastante semelhantes aos da antiga regulamentação, havendo porém maior cuidado e detalhe nas exigências impostas para a admissão de ar e evacuação de fumos. Sendo agora exigido o respeito pelas cotas limites das alturas máxima, para as bocas de admissão de ar, e mínima, para as bocas de evacuação de fumos.

Em função dos cortes fornecidos, apenas no corte S4 é possível demonstrar a altura de uma abertura de admissão de ar no piso 2 (da primeira conduta de admissão, tal como foi referida atrás), uma vez que este corte atravessa sobretudo os quartos dos doentes, como se pode ver na Fig. 6.26. Note-se que, para garantir que aqui também se asseguram as áreas das grelhas de admissão e evacuação, definiu-se as medidas destes elementos, tanto para as CHC, como para a caixa de escadas, assumindo-se que as grelhas se encontram no lado maior da secção da conduta correspondente, quando vistas em planta.

Assim, no caso das CHC, para uma grelha de admissão de 0,10 m^2, definiu-se que as medidas são de 0,40 metros de largura por 0,25 metros de altura, devendo o bordo superior deste tipo de grelhas ficar, no máximo, a 1 metro do nível do pavimento do piso. Contudo, é de realçar que se deve ter em conta o caso particular das grelhas da segunda conduta de admissão nos pisos 1 e 2. Devido ao facto daquela conduta se encontrar inserida na parede divisória, a grelha de admissão, nos pisos 1 e 2, encontra-se localizada no lado menor da secção, tendo, por isso, medidas diferentes. Como tal, as medidas destas duas grelhas são 0,25 metros de largura por 0,40 metros de altura.

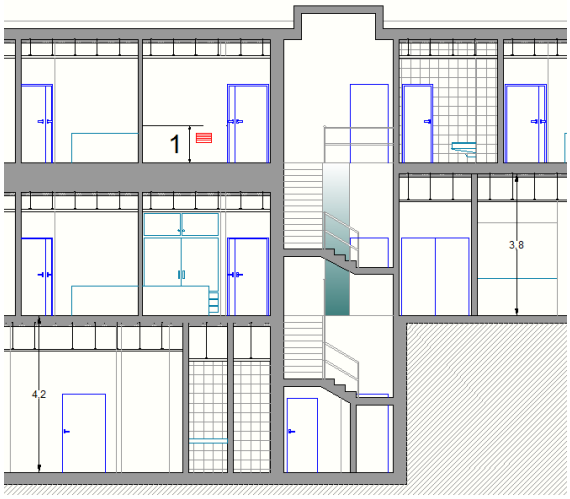


Fig. 6.26 – Vista da abertura de admissão de ar no piso 2, no corte S4

Analogamente ao que é feito para as aberturas de admissão, as aberturas de evacuação de fumos devem ter o seu bordo inferior a uma altura mínima de 1,80 metros do nível do pavimento dos pisos 1 e 2, realçando porém que, para a evacuação de fumos, a área da grelha é de 0,20 m^2 e, em função disto, assume-se que as suas dimensões são 0,40 metros de largura por 0,50 metros de altura.

Finalmente, quanto à caixa de escadas, as medidas da grelha de admissão de ar são 1,25 metros de largura por 0,40 metros de altura, garantindo uma área livre de 0,50 m^2.

6.4.2.2. Comparação de Soluções

As alterações implementadas na nova regulamentação no campo do controlo de fumos, tanto nas vias horizontais, como verticais de evacuação, são pouco significativas, para o caso do edifício em estudo. Denota-se que, no que diz respeito aos aspectos abordados neste Capítulo, as poucas diferenças sentidas não têm uma expressão significativa sobre a aplicação prática dos resultados obtidos. Desta forma, como não houve alterações na quantificação de alturas e áreas, a passagem da antiga regulamentação para a nova não afectou os valores mínimos impostos já anteriormente. Assim sendo, as áreas das grelhas já previamente definidas ainda são aplicáveis e, como tal, não se alteraram aquelas áreas, nem se modificaram as disposições já implementadas aquando da análise da regulamentação antiga.

Note-se que, em relação aos restantes parâmetros a avaliar em termos de SCIE que se repercutem no controlo de fumos, assumiu-se que estes cumprem satisfatoriamente as disposições exigidas pelos vários documentos regulamentares analisados, de acordo com o que é dito nas peças escritas anexas ao projecto em estudo e que podem ser encontradas nos Anexos.

7
REFLEXÕES FINAIS

7.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Este documento foi elaborado sobre o controlo de fumo, um tema relativamente novo, mas nem por isso menos interessante e complexo, para além de ser também bastante importante para a Segurança Contra Incêndio em Edifícios.

Ao longo deste estudo, procurou-se apresentar a nova regulamentação de SCIE; mas, dentre os vários documentos que a constituem destacou-se, particularmente, o novo regime jurídico e o novo regulamento técnico de SCIE, devido à sua importância no que diz respeito ao controlo de fumos.

Todavia, inicialmente começou-se por reunir o máximo de informação sobre os conceitos gerais de SCIE e de controlo de fumos, explicitando as noções basilares destas áreas de conhecimento.

Passou-se depois para o seu contexto regulamentar, abordando os aspectos introduzidos na nova regulamentação. Destes, os mais relevantes foram, sem dúvida, a definição da classificação das UT's e a sua divisão em doze utilizações-tipo, a classificação das categorias de risco associadas às várias UT's. Em particular, como se pode ver na figura que se segue, estas últimas criam um patamar intermédio entre a situação do edifício em estudo e a implementação das medidas de segurança.

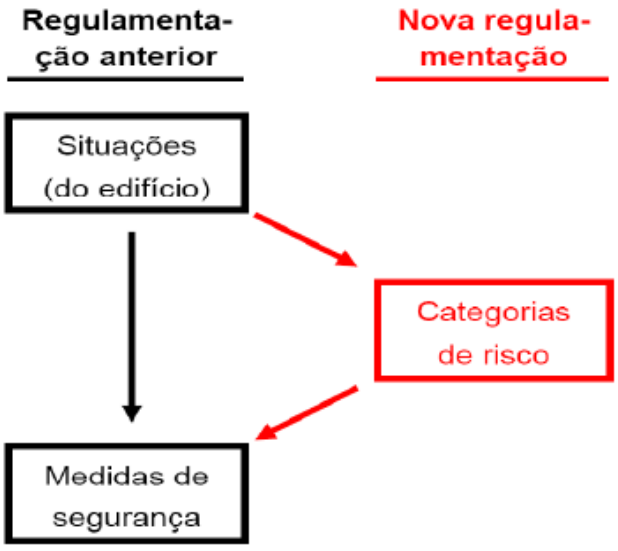


Fig. 7.1 – Inclusão das categorias de risco no processo de definição das medidas de segurança de SCIE

Desta forma, esta inclusão é bastante inovadora e, acima de tudo, representa um grande passo em termos de segurança contra incêndio em edifícios, garantindo e exigindo soluções melhores e mais seguras para as pessoas. Sendo ainda de referir a importância da introdução e definição de duas novas designações de tipos de locais de risco (os locais de risco E e F).

Posteriormente, procedeu-se também a uma breve aplicação a um projecto, onde se deu especial importância à comparação entre as exigências entre a antiga e a nova regulamentação, referente ao controlo de fumos. Este ponto foi particularmente interessante, pois o edifício em estudo enquadra-se dentro da designação de edifício de tipo hospitalar, de acordo com a antiga regulamentação, e pertence à UT V (hospitalares e lares de idosos), na nova regulamentação, tendo os documentos em análise bastante matéria desenvolvida relativamente ao controlo de fumos.

É de realçar novamente a grande evolução que houve na nossa regulamentação no que toca ao controlo de fumos, sendo também de louvar o esforço despendido na formulação da nova regulamentação em todos os campos da SCIE. Denote-se, particularmente, no RTSCIE que, dentre os 207 artigos que constituem as Condições Comuns, 29 destes são dedicados ao controlo de fumos; e, dentre os 102 artigos que, por sua vez, constituem as Condições Específicas das utilizações-tipo, há 5 artigos relativos ao mesmo campo. Assim sendo, actualmente o controlo de fumo representa mais de 10% do RTSCIE.

Em suma, a nova regulamentação representa, sem dúvida, um avanço positivo e evolutivo para melhorar as condições de SCIE no nosso País, apesar de ainda conter algumas imperfeições que devem ser corrigidas; mas tal não diminui o seu carácter inovador, sobretudo na abrangência das utilizações-tipo, na sistematização das categorias de risco e no âmbito de aplicação da autoprotecção. Esta evolução deve ser encorajada e continuada.

7.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

O estudo e o aprofundamento de conhecimento inerente à elaboração deste documento suscitaram várias questões que, para mim, são relevantes, sobretudo para abarcar novas noções e ampliar os meus conhecimentos na área do controlo de fumos.

Considero que é importante continuar o trabalho de comparação da nossa actual legislação com a de outros países (europeus e não só), onde o controlo de fumos é uma prática mais desenvolvida; e ver quais as diferenças existentes, o porquê destas existirem e o que podemos aprender de novo.

Por outro lado, é de salientar a importância do desenvolvimento de estudos de avaliação do impacto económico da nova regulamentação nos custos finais da construção. Todavia, apesar de no regime jurídico se afirmar que estes custos sofrerão pouco com a implementação das novas disposições regulamentares, ainda é demasiado cedo para saber até que ponto isto é verídico. Assim sendo, é fulcral recolher e analisar dados inerentes à faceta económica do mercado das construções e obras públicas e determinar se a nova regulamentação representa ou não um acréscimo dos custos.

Outro aspecto importante a ter em conta é a fomentação do desenvolvimento e melhoramento de programas de modelação matemática e de simulação de situações de incêndio para uma melhor avaliação e comparação da eficiência e/ou eficácia de diversas soluções possíveis para um determinado edifício, recinto ou, meramente, um compartimento do ponto de vista do controlo de fumos.

Um outro ponto que merece atenção e empenho, não só no campo da SCIE, mas da engenharia no seu geral, é uma melhor comunicação e consequente coordenação com os arquitectos. Estes são

responsáveis pela idealização e desenho dos projectos, mas um bom entendimento entre engenheiros e arquitectos é vital para um melhor dimensionamento de edifícios e recintos. É importante existir diálogo entre ambas as partes desde o início da concepção do projecto, de modo a enfrentar e resolver problemas que possam surgir entre as várias especialidades logo à partida, fazendo com que todo o processo decorra mais facilmente e com menos obstáculos.

BIBLIOGRAFIA

[1] Leça Coelho, António. *Curso Segurança Contra Incêndio em Edifícios – Fundamentos da segurança contra incêndio em edifícios*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2002.

[2] Duarte Ramos, Hermínio. *Sopros de Risco – Teoria e Prática do Controlo de Fumo em Incêndio em Edifícios*. Hader – Gabinete Internacional de Ciência e Arte, Lda., Lisboa, 2003.

[3] Lopes Porto, João. Apontamentos da Unidade Curricular de Segurança Contra Incêndio em Edifícios, 5ºano, Mestrado Integrado em Engenharia Civil, FEUP.

[4] Lopes Porto, João. *DL 220/2008 – Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios.* Seminário sobre SCIE - CONCRETA, 22 de Novembro de 2009, Porto.

[5] Rodrigues, João Paulo. *Nova Regulamentação Portuguesa de Segurança ao Incêndio em Edifícios*. Seminário sobre SCIE - CONCRETA, 22 de Novembro de 2009, Porto.

[6] Ministérios da Administração Interna e das Obras Públicas, Transportes e Comunicações. Decreto-Lei n.º 64/1990 de 21 de Fevereiro. *Regulamento de Segurança Contra Incêndio em Edifícios de Habitação*.

[7] Ministério da Administração Interna. Decreto-Lei n.º 389/1999 de 18 de Setembro. *Medidas de Segurança Contra Riscos de Incêndio a Aplicar em Estabelecimentos Comerciais*.

[8] Ministério da Administração Interna. Portaria n.º 1299/2001 de 21 de Novembro. *Medidas de Segurança Contra Riscos de Incêndio a Aplicar em Estabelecimentos Comerciais ou de Prestação de Serviços de Área Inferior a 300 m^2*.

[9] Presidência do Conselho de Ministros. Resolução do Conselho de Ministros n.º 31/1989 de 31 de Agosto. *Medidas Cautelares Mínimas Contra Riscos de Incêndio a Aplicar aos Locais e seus Acessos Integrados em Edifícios onde Estejam Instalados Serviços Públicos da Administração Central, Regional e Local, Instituições de Interesse Público e Entidades Tuteladas pelo Estado*.

[10] Ministério da Administração Interna. Decreto-Lei n.º 66/1995 de 8 de Abril. *Regulamento de Segurança Contra Incêndio em Parques de Estacionamento Cobertos*.

[11] Ministérios da Administração Interna e da economia. Portaria n.º 1063/1997 de 21 de Outubro. *Medidas de Segurança Contra Riscos de Incêndio Aplicáveis na Construção, Instalação e Funcionamento dos Empreendimentos Turísticos e dos Estabelecimentos de Restauração e de Bebidas*.

[12] Ministério do Equipamento, do Planeamento e da Administração do Território. Decreto-Lei n.º 409/1998 de 23 de Dezembro. *Regulamento de Segurança Contra Incêndio em Edifícios de Tipo Hospitalar*.

[13] Ministérios da Administração Interna, da Saúde e das Obras Públicas, Transportes e Habitação. Portaria n.º 1275/2002 de 19 de Setembro. *Normas de Segurança Contra Incêndio a Observar na Exploração de Estabelecimentos de Tipo Hospitalar*.

[14] Ministério do Equipamento, do Planeamento e da Administração do Território. Decreto-Lei n.º 410/1998 de 23 de Dezembro. *Regulamento de Segurança Contra Incêndio em Edifícios de Tipo Administrativo*.

[15] Ministérios da Administração Interna e das Obras Públicas, Transportes e Habitação. Portaria n.º 1276/2002 de 19 de Setembro. *Normas de Segurança Contra Incêndio a Observar na Exploração de Estabelecimentos de Tipo Administrativo*.

[16] Ministério do Equipamento, do Planeamento e da Administração do Território. Decreto-Lei n.º 414/1998 de 31 de Dezembro. *Regulamento de Segurança Contra Incêndio em Edifícios Escolares*.

[17] Ministérios da Administração Interna, da Educação, da Ciência e do Ensino Superior e das Obras Públicas, Transportes e Habitação. Portaria n.º 1444/2002 de 7 de Novembro. *Normas de Segurança Contra Incêndio a Observar na Exploração de Estabelecimentos Escolares*.

[18] Ministério da Administração Interna. Decreto-Lei n.º 220/2008 de 12 de Novembro. *Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios*. DR, 1ª série – n.º 220.

[19] Ministério da Administração Interna. Portaria n.º 1532/2008 de 29 de Dezembro. *Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios*. DR, 1ª série – n.º 250.

[20] Autoridade Nacional de Protecção Civil. Despacho n.º 2074/2009 de 15 de Janeiro. *Critérios Técnicos para Determinação da Densidade de Carga de Incêndio Modificada*. DR, 2ª série – n.º 10.

[21] Ferreira de Castro, Carlos, Barreira Abrantes, José. *Manual de Segurança Contra Incêndio em Edifícios*. Escola Nacional de Bombeiros, Sintra, 2009.

[22] Leça Coelho, António. *Perigosidade Atípica*. Seminário sobre SCIE - CONCRETA, 22 de Novembro de 2009, Porto.

[23] http://www.dre.pt/. 20 de Setembro de 2009.

[24] http://en.wikipedia.org/wiki/Flashover. 23 de Novembro de 2009.

[25] http://pt.wikipedia.org/wiki/Condução_do_calor. 23 de Novembro de 2009.

[26] http://www.ploob.com.br/segtrab/triangulodofogo.gif. 25 de Novembro de 2009.

[27] http://www.univ-ab.pt/formacao/sehit/curso/incendios/imagens/teafogo.gif. 26 de Novembro de 2009.

[28] http://www.lmc.ep.usp.br/people/valdir/wp-content/artigos/incendio_CILAMCE.pdf. 29 de Novembro de 2009.

[29] http://www.constructalia.com/pt/00222771ENLACE_PDF.pdf. 29 de Novembro de 2009.

[30]http://www.energimac.pt/energimac/ficheirosAR/colaboradores/catalogos/coluna1/Cortinas%20Fixas%20Smoketex_EM.pdf. 26 de Dezembro de 2009.

[31]http://www.energimac.pt/energimac/ficheirosAR/colaboradores/catalogos/coluna1/Cortinas_Eng.pdf. 26 de Dezembro de 2009.

[32]http://www.energimac.pt/energimac/ficheirosAR/colaboradores/catalogos/coluna1/Equipamentos_EM.pdf. 27 de Dezembro de 2009.

[33]http://www.energimac.pt/energimac/ficheirosAR/colaboradores/catalogos/coluna1/Firefighter%20Energimac_EM.pdf. 27 de Dezembro de 2009.

[34]http://www.energimac.pt/energimac/ficheirosAR/colaboradores/catalogos/coluna1/MegaPhoenix_Eng.pdf. 27 de Dezembro de 2009.

[35]http://www.energimac.pt/energimac/ficheirosAR/colaboradores/catalogos/coluna1/Multijet_Eng.pdf27 de Dezembro de 2009.

[36]http://www.energimac.pt/energimac/ficheirosAR/colaboradores/catalogos/coluna1/Multivent_Eng.pdf. 27 de Dezembro de 2009.

[37]http://www.energimac.pt/energimac/ficheirosAR/colaboradores/catalogos/coluna1/Louver%20windows_Eng.pdf. 27 de Dezembro de 2009.

[38] www.refral.pt/img_prod/guilhotinaaberta.jpg. 2 de Janeiro de 2010.

[39] www.geradordeprecos.info/imagenes/CYAADF5.jpg. 2 de Janeiro de 2010.

[40] http://www.geradordeprecos.info/imagenes/CYA7898.jpg. 2 de Janeiro de 2010.

[41] http://www.energimac.pt/energimac/. 4 de Janeiro de 2010.

[42] http://www.cylex.pt/. 4 de Janeiro de 2010.

[43] http://www.confluencias.net/n2/herminio_gloss.pdf. 28 de Dezembro de 2009.

[44] http://www.proteccaocivil.pt/GLOSSARIO/Documents/GLOSSARIO-31_Mar_09.pdf. 28 de Dezembro de 2009.

[45] http://www.ordemengenheiros.pt/oe/IXJornadasClimatizacao/Joao%20Carlos%20Viegas.pdf. 5 de Janeiro de 2010.

[46] http://apfisio.pt/GrupoTrabalho/RelMonitorizacao.pdf. 5 de Janeiro de 2010.

[47] EN1991-1 a 6. *Eurocódigo 1 – Acções em Estruturas*. CEN, Novembro 2002.

ANEXO A

EFECTIVO

Para efeitos de aplicação prática de SCIE, tem-se que o efectivo dos edifícios e recintos é o somatório dos efectivos de todos os seus espaços susceptíveis de ocupação. De acordo com o que é estabelecido pelo artigo 51.º, para definir o efectivo de um local, em função da capacidade instalada nos diferentes espaços, o valor deve ser arredondado para o inteiro superior, considerando ainda os seguintes critérios:

- O número de ocupantes em camas nos locais de dormida das utilizações-tipo IV, V e VII;
- 3,2 vezes o número de lugares reservados a acamados nos locais destinados a doentes acamados da utilização-tipo V;
- O número de ocupantes nos apartamentos e moradias com fins turísticos, conforme a respectiva tipologia, definida na figura abaixo:

Efectivo atendendo à tipologia dos apartamentos turísticos

T0	T1	T2	T3	T4	Tn
2	4	6	8	10	2 (n+1)

Fig. A.1 – Quadro XXVI do Título IV do RJSCIE [19]

- O número de lugares nos espaços com lugares fixos de salas de conferências, reunião, ensino, leitura ou consulta documental ou salas de espectáculos, recintos desportivos, auditórios e locais de culto religioso;
- O número de ocupantes declarado pela respectiva entidade exploradora, com um mínimo de 0,03 pessoas por metro quadrado de área útil, nos arquivos e espaços não acessíveis a público afectos à utilização-tipo XII.

Contudo, para definir o valor total do efectivo a partir dos índices de ocupação dos diferentes espaços, medidos em pessoas por metro quadrado, em função da sua finalidade e reportados à área útil, deve-se utilizar os índices apresentados no quadro seguinte. Tal como na situação anterior, também aqui se deve considerar os valores, arredondados para o inteiro superior.

Quadro A.1 – Número de ocupantes por unidade de área em função do uso dos espaços

Espaços	Índices (pessoas/m^2)
Balneários e vestiários utilizados por público	1,00
Balneários e vestiários exclusivos para funcionários	0,30
Bares “zona de consumo com lugares em pé”	2,00
Circulações horizontais e espaços comuns de estabelecimentos comerciais	0,20
Espaços afectos a pistas de dança em salões e discotecas	3,00
Espaços de ensino não especializado	0,60
Espaços de exposição de galerias de arte	0,70
Espaços de exposição de museus	0,35
Espaços de exposição destinados à divulgação científica e técnica	0,35

Quadro A.1 – Número de ocupantes por unidade de área em função do uso dos espaços (cont.)

Espaços	Índices (pessoas/m^2)
Espaços em oceanários, aquários, jardins e parques zoológicos ou botânicos	1,00
Espaços ocupados pelo público em outros locais de exposição ou feiras	3,00
Espaços reservados a lugares de pé, em edifícios, tendas ou estruturas insufláveis, de salas de conferências, de reunião e de espectáculos, de recintos desportivos “galerias, terraços e zonas de peão”, auditórios ou de locais de culto religioso	3,00
Gabinetes de consulta e bancos de urgência	0,30
Gabinetes de escritório	0,10
Locais de venda de baixa ocupação de público	0,20
Locais de venda localizados até um piso acima ou abaixo do plano de referência	0,35
Locais de venda localizados mais de um piso acima do plano de referência	0,20
Locais de venda localizados no piso do plano de referência com área inferior ou igual a 300 m^2	0,50
Locais de venda localizados no piso do plano de referência com área superior a 300 m^2	0,60
Plataformas de embarque	3,00
Salas de convívio, refeitórios e zonas de restauração e bebidas com lugares sentados, permanentes ou eventuais, com ou sem espectáculo	1,00
Salas de desenho e laboratórios	0,20
Salas de diagnóstico e terapêutica	0,20
Salas de escritório e secretarias	0,20
Salas de espera de exames e de consultas	1,00
Salas de espera em gares e salas de embarque	1,00
Salas de intervenção cirúrgica e de partos	0,10
Salas de jogo e de diversão «espaços afectos ao público	1,00
Salas de leitura sem lugares fixos em bibliotecas	0,20
Salas de reunião, de estudo e de leitura sem lugares fixos ou salas de estar	0,50
Zona de actividades «gimnodesportivos»	0,15

Há ainda a possibilidade de obter o valor do efectivo com base nos índices de ocupação dos diferentes espaços, em função da sua finalidade, devendo, então, nesse caso, considerar-se os valores, arredondados para o inteiro superior, presentes no quadro seguinte:

Quadro A.2 – Número de ocupantes por unidade de comprimento

Espaços	Índices
Espaços com lugares sentados não individualizados de salas de conferências, de reunião e de espectáculos, de recintos desportivos e de locais de culto religioso.	Duas pessoas por metro de banco ou bancada.
Espaços reservados a lugares de pé numa única frente de salas de conferências, de reunião e de espectáculos, de recintos desportivos e de locais de culto religioso.	Cinco pessoas por metro de frente.

Por outro lado, de acordo com o mesmo artigo, deve-se ainda ter em linha de conta os seguintes critérios:

- O efectivo de crianças com idade não superior a seis anos ou de pessoas limitadas na mobilidade ou nas capacidades de percepção e reacção a um alarme, obtido com base no disposto nos números anteriores, deve ser corrigido pelo factor 1,3 para efeito de dimensionamento de vias de evacuação e saídas;
- Para o cálculo do efectivo de espaços polivalentes, a densidade de ocupação a considerar deve ser a mais elevada das utilizações susceptíveis de classificação;
- Sempre que seja previsível, para um dado local ou zona de um edifício ou de um recinto, um índice de ocupação superior aos indicados, o seu efectivo deve ser o correspondente a esse índice;
- Nos locais de cada utilização-tipo não abrangidos pelos n.ºs 2, 3 e 4 do presente artigo, o efectivo a considerar deve ser devidamente fundamentado pelo autor do projecto;
- Nas situações em que, numa mesma utilização-tipo, existam locais distintos que sejam ocupados pelas mesmas pessoas em horários diferentes, o efectivo total a considerar para a globalidade dessa utilização-tipo pode ter em conta que esses efectivos parciais não coexistam em simultâneo.

ANEXO B

PEÇAS ESCRITAS DO PROJECTO

Índice

DOCUMENTOS

a. Requerimento
b. Documento Legitimidade Proprietário
c. Termo Responsabilidade Autor Projecto Arquitectura
d. Extracto PDM Chaves
e. Planta Localização (CMC)

PEÇAS ESCRITAS

MEMÓRIA DESCRITIVA

A. Enquadramento, Sítio e Proposta
B Construção
C. Estimativa Orçamental
D. Calendário Obra

PEÇAS DESENHADAS

folha 0 Planta de Localização
folha 1 Planta Levantamento Topográfico
folha 1a Planta de Implantação
folha 2 Planta Piso 0 (existente)
folha 3 Planta Piso 1 (existente)
folha 4 Planta Cobertura (existente)
folha 5 Secções S1 e S2 (existente)
folha 5a Secções S3 e S4 (existente)
folha 6 Alçado Frontal e Posterior (existente)
folha 6a Alçado Lateral Direito e Esquerdo (existente)
folha 7 Planta Piso 0 (projectado)
folha 8 Planta Piso 1 (projectado)
folha 9 Planta Piso 2 (projectado)
folha 10 Planta Cobertura (projectado)
folha 11 Planta de Trabalho Piso 0
folha 12 Planta de Trabalho Piso1
folha 13 Planta de Trabalho Piso2
folha 14 Secções S1 a S2 (projectado)
folha 14a Secções S3 a S4 (projectado)
folha 15 Alçado Frontal e Posterior (projectado)
folha 15a Alçado Lateral Direito e Esquerdo (projectado)
folha 16 Planta Piso 0 (existente/projectado)
folha 17 Planta Piso 1 (existente/projectado)
folha 18 Planta Piso 2 (existente/projectado)
folha 19 Planta Cobertura (existente/projectado)
folha 20 Secções S1 e S2 (existente/projectado)
folha 20a Secções S3 e S4 (existente/projectado)
folha 21 Alçado Frontal e Posterior (existente/projectado)
folha 21a Alçado Lateral Direito e Esquerdo (existente/projectado
folha 22 Planta de Acessibilidades Piso 0
folha 23 Planta de Acessibilidades Piso 1
folha 24 Planta de Acessibilidades Piso 2
folha 25 Planta Piso 0 – Zonas de Funcionamento

folha 26 Planta Piso 1 – Zonas de Funcionamento
folha 27 Planta Piso 2 – Zonas de Funcionamento
folha 28 Planta Arranjos Exteriores
folha 29 Pormenor da Fachada
folha 29a Pormenor da Fachada
folha 30 Pormenor Construtivo do Muro
folha 31 Pormenor Construtivo da Guarda
folha 32 Planta Piso 0 – Mapa de Vãos
folha 33 Planta Piso 1 – Mapa de Vãos
folha 34 Planta Piso 2 – Mapa de Vãos
folha 35/1 a 35/6 Vãos Interiores
folha 36/1 a 36/15 Vãos Exteriores

A. ENQUADRAMENTO, SITIO E PROPOSTA

1. A presente Memória Descritiva refere-se ao Aditamento do Projecto de Arquitectura da Casa de Saúde apresentada pela Santa Casa da Misericórdia de Chaves.

2. Foi emitido o Alvará de Licenciamento Edificações de obra Nº 7/09. Em 28/09/05, é aprovado em reunião do executivo camarário o projecto de Arquitectura referente á **Casa de Saúde**. Entretanto a Santa Casa da Misericórdia de Chaves propõe para o edifício construído um outro projecto **Unidades de Cuidados Continuados e Lar de Idosos**.

3. O presente projecto encontra-se aprovado pela Administração Regional de Saúde do Norte, I.P., designada por ARSN, I.P.

4. Para o projecto de Arquitectura da Casa de Saúde estava prevista uma área bruta de construção de **2.358,50m2** e um **IC=0,18m2/m2,** relativamente à Unidades de Cuidados Continuados e Lar de Idosos proposta, está prevista uma área bruta de construção de **4.293,70m2** e um **IC=0,33m2/m2.** Em ambos os resultados obtidos são inferiores ao máximo permitido

5.Face à diferenciação de projecto, e tendo este de se conciliar com o edifício construído, terá de ser redesenhada toda a parte interior construída referente ao piso 0, bem como toda a zona de serviços do piso 1 à excepção dos quartos. De destacar o acréscimo de mais um piso (piso 2) onde será instalada mais uma unidade de quartos e apoios como sucede no piso 1. Relativamente ao acréscimo deste piso, destaque para o reajuste da laje de piso do mesmo.

6. De salientar que a proposta agora apresentada para o edifício em causa, caracteriza-se por ser um edifício com duas funções distintas, no piso 0 – Unidade de Cuidados Continuados integrados, designada por Unidade de Média Duração e Reabilitação e Unidade de Longa Duração e Manutenção, nos pisos 1 e 2 Lar de Idosos, partilhando no entanto zonas comuns (capela, gabinete do director, sala de reunião, gabinete administrativo, casa do gerador, casa das máquinas, despensa dos frios, despensa de equipamento geral, despensa dos géneros alimentícios, cozinha, despensa de dia e arrumos, zona do lixo e rouparia).

7.O terreno em análise tem 13.000m2 e representa uma suave encosta exposta a Sul, confinando a Nascente com via estruturante de perfil viário duplo com separador, a Norte, Sul e Poente com privados.

8. O terreno a intervencionar está classificado no PDM de Chaves como Classe 1- “Espaços Urbanos e Urbanizáveis”, categoria 1,1 – Cidade de Chaves, segundo a alínea a) do ponto 1 do art.º7 – Ordenamento do Território Municipal. O índice de construção previsto é de IC=1,5m2/m2 segundo a) do ponto 1 do art.º 22 – Edificabilidade Máxima. Contudo, segundo o art.º 73 do mesmo regulamento, “Regime Transitório”, enquanto o Plano de Urbanização da Cidade de Chaves não for plenamente eficaz, o índice de construção máximo previsto será de IC=0,8m2/m2. Prevê o mesmo regulamento, na d) do ponto 2 do art.º.12º Áreas para estacionamento de veículos, que se contemple “*um lugar por cada 50m2 de área bruta de construção destinada a comércio ou serviços”*, que é o caso.
9. O programa da Unidade de cuidados continuados e Lar de idosos divide-se nas seguintes áreas:

1. Unidade de cuidados continuados (piso 0)
2. Lar de Idosos (piso 1 e 2)

10. A proposta assenta na modelação do terreno em duas plataformas, promovendo um longo muro de contenção, em granito amarelo. Tentando minimizar o impacto volumétrico resultante do somatório de áreas necessárias, propõe-se o encastramento de parte do programa, na plataforma superior, ficando de nível com a plataforma inferior.
Neste volume, localizar-se-ão no piso 0 a zona de Unidade de cuidados intensivos e no piso 1 e 2 Lar de idosos. No rés-do-chão do edifício será instalado todo o programa destinado a cuidados continuados, uma vez que o edifício dispõe de três frentes, será nestas que se irão localizar as zonas de quartos. No interior será promovido um pátio interior, verde, que serve de "pulmão" ao conjunto, garantindo a essencial luz natural a áreas como as circulações e refeitório. Na plataforma superior, e em cima do volume encastrado, assentará um volume, contemplando o restante programa, ou seja, o programa referente a Lar de idosos, que ocupará o primeiro e segundo piso.
Uma vez tratando-se de um edifício composto por dois programas que se contemplam entre si, haverá zonas comuns, como o caso das zonas administrativas (gabinete administrativo, sala de reunião e gabinete do director), rouparia, zona destinada á confecção de alimentos (zona de lixo, dispensa de dia e arrumos, cozinha, despensa de frios, despensa de equipamento geral e despensa de géneros alimentares), casa das máquinas e gerador, capela e escadas.
No tocante à acessibilidade, será promovido um acesso automóvel através da via estruturante. A par destas áreas o conjunto estará dotado de estacionamento automóvel público e zonas verdes.
De referir, e dado a especificidade do programa, que o conjunto responde cabalmente, a todas as exigências a nível de segurança e percursos de evacuação.

11. Em termos de índices, o resultado obtido cifra-se em IC=0,33m2/m2, portanto bastante inferior ao máximo permitido. Em relação a estacionamentos automóveis, a proposta apresenta 80 lugares sendo 9 para deficientes motores, também folgadamente acima dos 47 lugares obrigatórios pelo regulamento do PDM de Chaves.

12. Atendendo ao descrito nos pontos anteriores, parece-me que a proposta respeita e reforça a envolvente.

13. A zona encontra-se servida de infra-estruturas nomeadamente:
- Rede eléctrica
- Telecomunicações
- Rede Pública de Abastecimento de Água

14. A presente proposta apresenta as seguintes características:

- Área bruta de construção –	4.293,70m2
- Volume –	15.630,90m3
- Área de implantação –	2.088,15m2
- Cércea –	11,60m2
- Nº de pisos acima cota soleira –	3 (r/c+1+2)

15. Unidade de Cuidados Continuados – Piso 0

- Área bruta de construção –	2.088,15m2
- Área de implantação –	2.000,00m2

16. Lar de Idosos – Piso 1 e 2

- Área bruta de construção – 1.916,60m2
- Área de implantação Total – 1.825,20m2
- Área de implantação Piso 1 – 1.162,90m2
- Área de implantação Piso 2 – 662,30m2

17. Zonas Comuns

- Área bruta de construção – 288,95m2

B. CONSTRUÇÂO

1. IMPLANTAÇÃO

1.1 IMPLANTAÇÃO

.a implantação precederá a realização das fundações, deverá ser verificada e só depois se levantarão as mestras necessárias;

1.2 MOVIMENTOS DE TERRAS

.movimento de terras para modelação das duas plataformas.
.abertura de caboucos para fundações
.abertura de valas para canalização de águas, esgotos e tubagem eléctrica, conforme aos projectos da especialidade.

2. DRENAGENS EXTERIORES

2.1 DRENAGENS ENTERRADAS

.drenagem em toda a envolvente exterior do edifício constituída por um tubo de fibrocimento perfurado (ø 200mm), junto ao remate inferior das fundações, assente em leito de saibro, tendo sobre ele uma camada de gravilha fina e depois pedra arrumada à mão.

3. BETÃO

3.1 ESTRUTURA

.elementos estruturais em betão armado nomeadamente sapatas, pilares, vigas e escadas sendo tudo de acordo com o Projecto de Estabilidade.

3.2 PAVIMENTOS

.pavimentos térreos por camadas sobre terreno compactado
0. terreno
1. brita apertada (15cm)
2. isolamento térmico (ver 8.1)
3. massame hidrofugado com malhassol CQ38 (10cm)
regularização com argamassa de cimento e areia (1:3) com adição de hidrófugo (diatomite a 5%) (2cm)
4. revestimento (ver 9.4)

.pavimentos de andares constituídos por Lages aligeiradas compostas de vigotas de betão pré-esforçado tipo T e blocos cerâmicos, havendo sectores em laje maciça conforme ao Projecto de Estabilidade.

4. ALVENARIAS

4.1 FUNDAÇÕES

.fundações directas em alvenaria de pedra irregular, argamassa de areia (1:5) com camada impermeabilizante de protecção com reboco hidrófugo e película de emulsão betuminosa.

4.2 PAREDES EXTERIORES

.As paredes exteriores terão alternadamente constituições diferentes conforme ao indicado nos alçados

secção A (granito amarelo) com 35cm (Piso 0)

1. superfície interior: reboco e estanho (ou revestimento)
2. alvenaria tijolo furado (30x20x15) com 11
3. isolamento térmico com WallmateCW (3cm)
4. caixa de ar 3 cm
5. superfície exterior: placa de granito amarelo com 15cm

secção B (monomassas) com 35cm (Piso 1 e 2)

1. superfície interior: reboco e estanho (ou revestimento)
2. alvenaria tijolo furado (30x20x15) com 15
3. isolamento térmico com WallmateCW (3cm)
4. caixa de ar 3 cm
5. alvenaria tijolo furado (30x20x11) com 11 cm
6. superfície exterior: revestimento a ripado madeira/inox/reboco p/ pintar

4.3 PAREDES INTERIORES

. alvenarias de tijolo furado (30x20x11) com 11 nas divisórias interiores com paramentos para rebocar e estanhar e assente com argamassa de cimento e areia (1:5)

5. CANTARIAS

5.1 GUARNECIMENTOS DE VÃOS EXTERIORES

.soleiras e peitoris em granito a 4cm rebaixado, amaciado, com perfil adequado à caixilharia

5.2 REV PAREDES EXTERIORES

.vêr 4.2.

5.3 REV PAVIMENTOS INTERIORES

.granito bujardado Amarelo a 2cm em pavimento da zona de entrada e espera
.vinilico com 3mm em pavimentos dos corredores de circulação, quartos, slas de convívio, refeitórios…(verificar ficha técnica) á excepção das zonas das instalações sanitárias, cozinha, rouparia, despensas…(verificar ficha técnica) em que o pavimento será em mosaico cerâmico.

5.4 REV EQUIPAMENTOS

.granito polido Pedras Salgadas nos tampos de lavatórios

6. CARPINTARIAS

6.1 CAIXILHARIAS INTERIORES

.portas envidraçadas Castanho 35mm
.portas opacas pré-fabricadas favo interior e orla maciça à face com folha Castanho 35mm
acabamento à vista + verniz mate
ferragens latão níquel
puxadores latão níquel
aro Castanho 35mm

6.2 REV PAREDES INTERIORES

.sanca de madeira de Castanho nas paredes das circulações e quartos do internamento a 1m de altura.

6.3 EQUIPAMENTO FIXO

.armários roupeiros com estrutura, forros, portas, gavetas e prateleiras em MDF + Castanho 20/15mm
ferragens e puxadores latão níquel
acabamento à vista + verniz mate

7. SERRALHARIAS E PVC

7.1 SERR FERRO

.portões de acesso em estrutura tubo de Fe cruzada, de correr com mecanismo telecomando.
acabamento pintura esmalte sobre metalização.
(soleira granito)

7.2 SERR INOX

.painéis exteriores em aço inox despolido em tramos de alçado e caixas de vãos.
.corrimão da escada interior e guarda de varanda em barra inox despolido 20x40mm
.forros interiores armários lavatórios chapa inox despolido
.chaminés - condutas de fumos da cozinha e fogão sala pré-fabricada com parede de isolamento térmico
revestimento exterior e capelo em inox despolido
.sanca inox reentrante

7.3 SERR /CAIXILHARIAS EXTERIORES

.caixilharias alumínio à côr cinza
ferragens fechos e puxadores de serie Technal GBI e FBI
vidro duplo isolar solarlux supernatural 70/40

8. ISOLAMENTOS E IMPERMEABILIZAÇÕES

8.1 ISOLAMENTO TÉRMICO

.isolamento coberturas

.placas de poliestireno extrudido Roofmate SL (ed Dow Chemical,

.isolamento paredes (ver 4.3)

. poliestireno projectado nas alvenarias exteriores

.isolamento pavimentos térreos (ver 3.2)

.placas de poliestireno extrudido Floormate 200 (ed DC) com 3cm entre a brita e a impermeabilização da lage maciça ou massame

8.2 ISOLAMENTO ACÚSTICO

.o isolamento sonoro relativamente ao exterior é optimizado tendo os vidros duplos uma constituição não simétrica 4-6-10mm e 6/6/10mm (exterior-caixa de ar-interior)

.o isolamento sonoro entre compartimentos é assegurado com um nível de alta qualidade com a utilização de paredes duplas de gesso cartonado com lã de rocha no seu interior.

9. REVESTIMENTOS

9.1 REV PAREDES EXTERIORES

.ver Cantarias 5.2 (e alvenarias 4.2) e 6.2

9.2 REV PAREDES INTERIORES

.lambril ladrilho gréz cerâmico vitrificado ed Cinca (20x20x1cm) até 2m + estanho zona superior nos compartimentos com águas

.emboco e reboco argamassa de cimento, cal hidráulica e areia (1:1:8) seguido de estanho.

9.3 REV PAVIMENTOS INTERIORES

.ver Cantarias 5.3

.grêz cerâmico vitrificado ed Cinca (20x20x1cm)

. vinilico

9.4 REV TECTOS INTERIORES

.tecto falso em Pladur

10. VIDROS

10.1 VIDROS EM CAIXILHARIAS

. vidro duplo 4-6-10mm ou 6-6-10mm, liso polido incolor, aplicado nas caixilharias exteriores em Alumínio

. vidro simples, liso, polido, aplicado nas caixilharias interiores em madeira, com betume e tafife de madeira.

10.2 SISTEMA DE SOMBREAMENTO

. sistema blackout

11. PINTURAS

11.1 PINTURAS EM SERRALHARIAS DE FERRO

. metalização em toda a obra de ferro com decapagem por jacto de areia ou granalhada, depois zincada por projecção de 0,08mm espessura, seguindo-se uma demão de Friazinc R

11.2 PINTURA EM PAREDES

. pintura a tinta de água a duas demãos sobre rebocos areados, estanhados e estuques em paredes interiores

11.3 ENVERNIZAMENTOS E ENCERAMENTOS

. envernizamento com verniz-cera em 3 demãos sobre madeiras, lambris e armários interiores

12.INSTALAÇÕES DE CANALIZAÇÃO

12.1 ESGOTOS DOMESTICOS, ESGOTOS ÁGUAS PLUVIAIS, DISTRIBUIÇÃO ÁGUA E VENTILAÇÃO

. as redes de canalização e seus sistemas de ventilação serão construídas de acordo com o Projecto de Águas e Esgotos e ligadas ás redes públicas existentes.

12.2 EQUIPAMENTO SANITÁRIO E DE COZINHA

. louças

. lavatório de encastrar mod. Berna assente em poleias (ed Roca)
. retrete Meridian (ed Roca)
. bidés Meridian (ed Roca)

. metais e acrílicos

. base de chuveiro de encastrar no pavimento com protecção para cadeiras de rodas (ed Roca)
. torneiras modelo Logica (ed Roca)
.chuveiros fixos Club (ed Hansgrohe)
.acessórios casa de banho inox (ed dLine)
.barras de protecção/ajuda para deficientes, envolvendo as peças sanitárias

13. INSTALAÇÃO ELECTRICA

13.1 ALIMENTAÇÃO. COLUNAS MONTANTES. REDE DISTRIBUIÇÃO

. a rede de instalação eléctrica será de acordo com o Projecto Eléctrico a ligar à rede eléctrica existente

13.2 ILUMINAÇÃO / APARELHAGEM

. quadro eléctrico, contador instalado em armário próprio ventilado e demais aplicações de acordo com Projecto Eléctrico.

13.3 ILUMINAÇÃO / ARMADURAS especiais

. luminárias de balizamento nos muros de suporte exteriores (ed Bega)

13.4 INSTALAÇÕES COMUNICAÇÃO

. telefone CTT
. caixa de correio

14. INSTALAÇÕES ESPECIAIS

14.1 AVAC

. aquecimento, ventilação e ar condicionado de acordo com o Projecto Específico Mecânico AVAC

Chaves, 16 de Abril de 2009

Marcos César Teixeira, arq

C. ESTIMATIVA ORÇAMENTAL

Estimativa orçamental do edifício da Unidade de cuidados continuados e Lar de idosos de Chaves, a construir pela sua promotora, a Santa Casa da Misericórdia de Chaves.

1. **Unidade de Cuidados Continuados – Piso 0**

- Área bruta de construção – 2.088,15m2

Ce 2.088,15 x 650€/m2 1.357 297,50€

2. **Lar de Idosos – Piso 1 e 2**

- Área bruta de construção – 1.916,60m2

Ce 1.916,60 x 650€/m2 1.245 790,00€

3. **Zonas Comuns – Piso 1**

- Área bruta de construção – 288,95m2

Ce 288,95 x 650€/m2 187. 817,50€

4. **Edifício (total)**

- Área bruta de construção – 4.293,70m2

Ce 4.293,70 x 650€/m2 2.790 905,00€

O custo da obra cifra-se em dois milhões setecentos e noventa mil novecentos e cinco euros.

Chaves, 16 de Abril de 2009

Marcos César Teixeira, arq

D. CALENDÁRIO DA OBRA

Calendário para execução da obra do edifício da Unidade de cuidados continuados e Lar de idosos de Chaves, a construir pela sua promotora, a Santa Casa da Misericórdia de Chaves

CRONOGRAMA

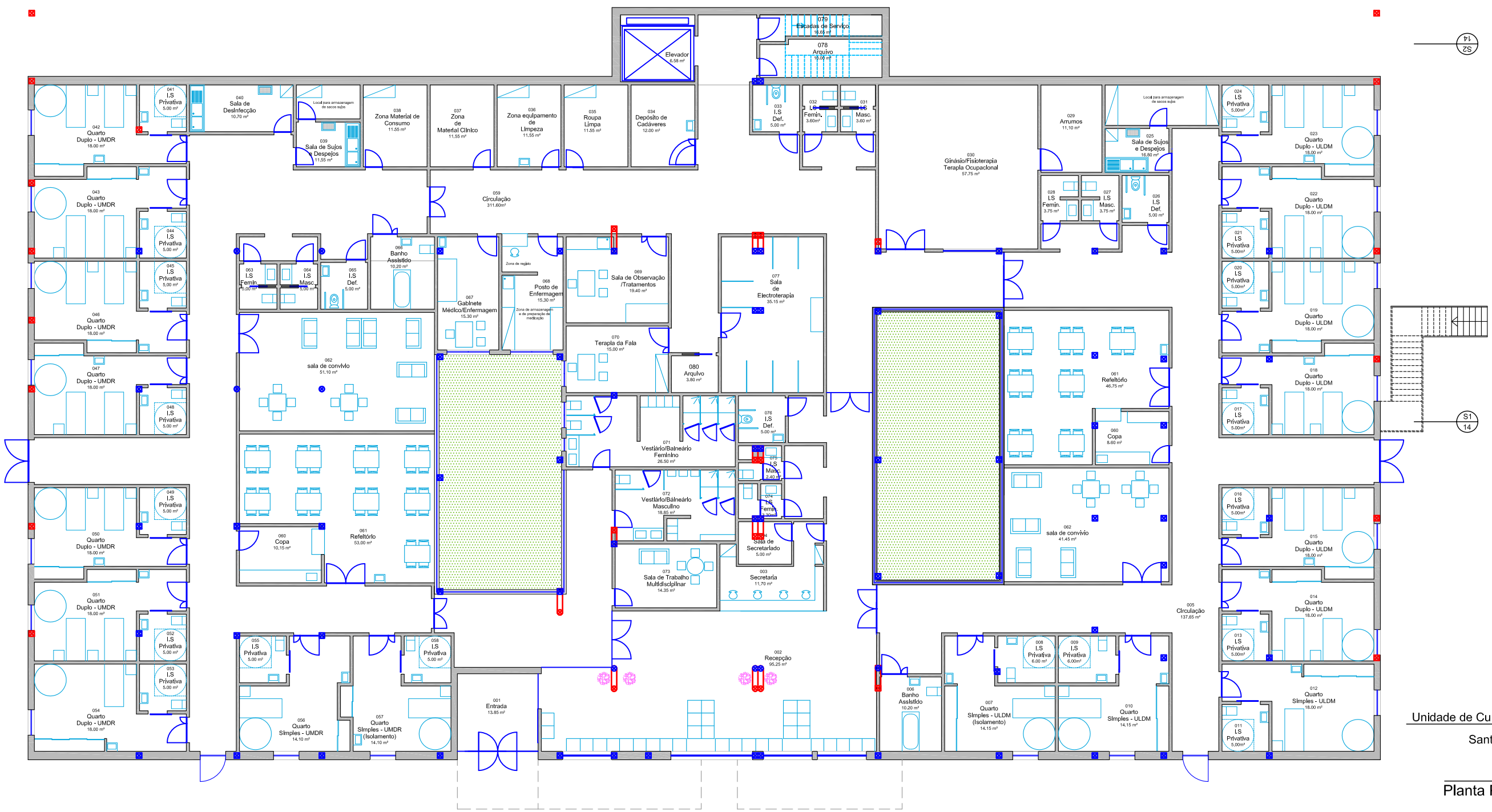
meses designação	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
fundações	O											
estrutura e betão armado		O	O	O	O							
alvenarias				O	O	O						
revestimento de coberturas						O	O	O				
revestimentos									O	O	O	
instalações canalização						O		O	O			
instalação eléctrica								O	O			
carpintarias serralharias									O	O		
pinturas										O	O	
acabamentos												O
Arranjos Exteriores			O	O	O						O	O

Chaves, 16 de Abril de 2009

Marcos César Teixeira, arq

ANEXO C

PEÇAS DESENHADAS DO PROJECTO



esc 1/100

0 1 2 3

Unidade de Cuidados Continuados e Lar de Idosos, Chaves

Santa Casa da Misericórdia de Chaves

Arquitectura

Planta Piso 0 Apresentação (Proposta)

7

Março 2009

12/05

e n g i t â m e g a

1/7 Planta Piso 0

1/100



1/8 Planta Piso 1

1/100

esc 1/100

0 1 2 3

Unidade de Cuidados Continuados e Lar de Idosos, Chaves

Santa Casa da Misericórdia de Chaves

Arquitectura

Planta Piso 1 Apresentação (Proposta)

8

Março 2009

12/05

e n g i t â m e g a

S3 14a

S4 14a

S2 14

S1 14

205 Rouparia 5,10 m²

206 I.S. 4,51 m²

204 I.S. 4,50 m²

207 Quarto Duplo 22,10 m²

203 Quarto Duplo 22,10 m²

202 Zona dos Sofás 3,00 m²

201 Banho Assistido 14,00 m²

208 Sala de Estar com Copa 18,25 m²

152 Escadas de Serviço 16,65 m²

209 Quarto Individual 13,80 m²

210 I.S. 4,50 m²

212 I.S. 4,50 m²

211 Quarto Duplo 18,25 m²

239 I.S. 4,50 m²

238 Quarto Duplo 18,25 m²

213 Quarto Duplo 18,25 m²

214 I.S. 4,50 m²

237 I.S. 4,50 m²

236 Quarto Duplo 18,25 m²

216 I.S. 4,50 m²

215 Quarto Duplo 18,25m²

235 I.S. 4,50 m²

234 Quarto Duplo 19,25 m²

217 Quarto Duplol 16,75 m²

218 I.S. 4,50 m²

232 Quarto Duplo 16,75 m²

233 I.S. 4,50 m²

200 Circulações 126,25 m²

220 I.S. 4,50 m²

231 I.S. 4,50 m²

219 Quarto Duplo 18,25 m²

230 Quarto Duplo 19,25 m²

221 Quarto Duplo 18,25 m²

222 I.S. 4,50 m²

229 I.S. 4,50 m²

228 Quarto Duplo 18,25 m²

224 I.S. 4,50 m²

226 I.S. 4,50 m²

223 Quarto Individual 18,18 m²

227 Quarto Individual 18,15m²

225 Sala de Estar com Copa 22,00 m²

1/9 Planta Piso 2

1/100

esc 1/100

0 1 2 3

Unidade de Cuidados Continuados e Lar de Idosos, Chaves

Santa Casa da Misericórdia de Chaves

Arquitectura

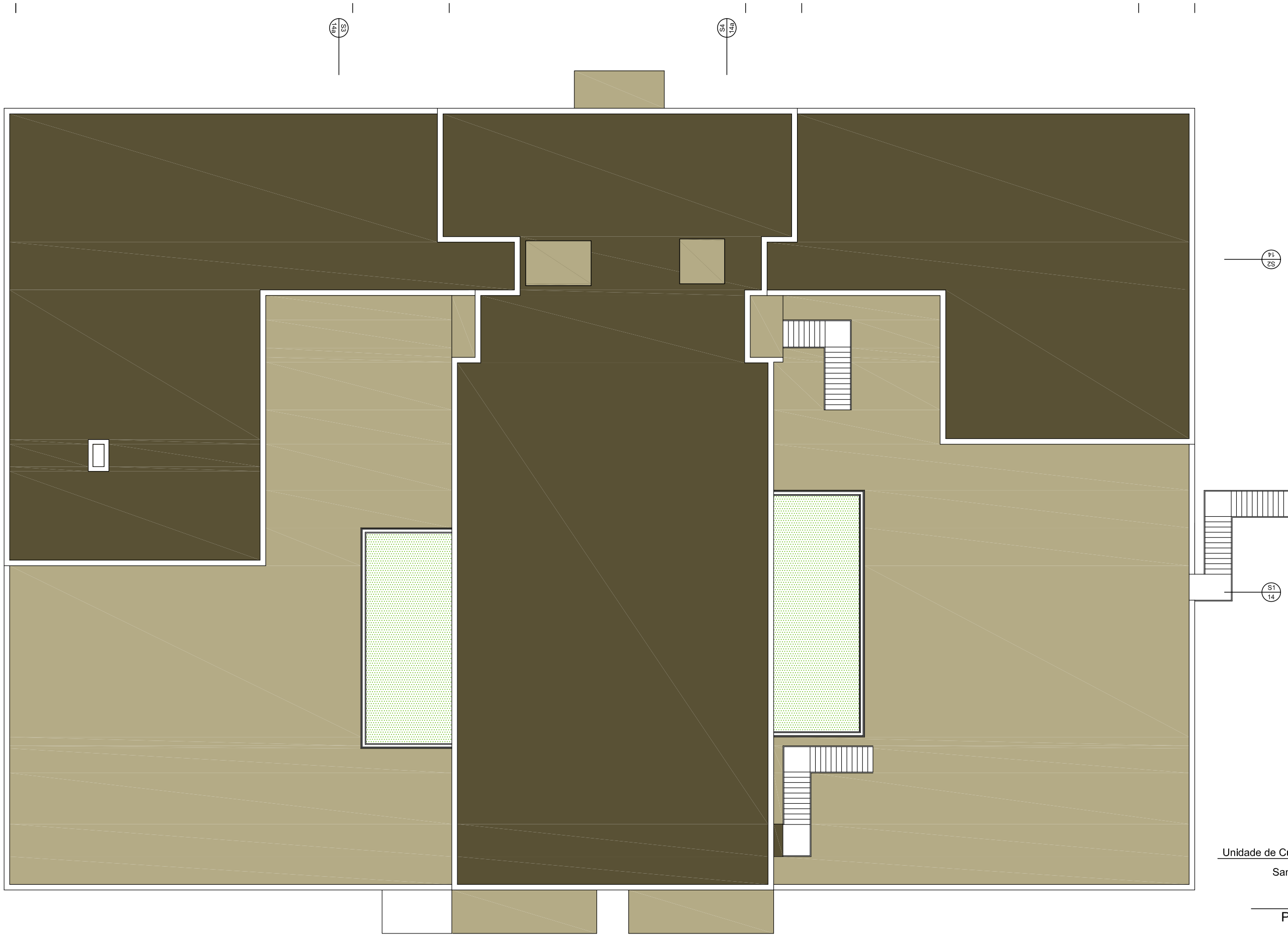
Planta Piso 2 Apresentação (Proposta)

9

Março 2009

12/05

e n g i t â m e g a



1
10
Planta Cobertura
1/100

esc 1/100

0 1 2 3

Unidade de Cuidados Continuados e Lar de Idosos, Chaves

Santa Casa da Misericórdia de Chaves

Arquitectura

Planta Cobertura (Proposta)

10

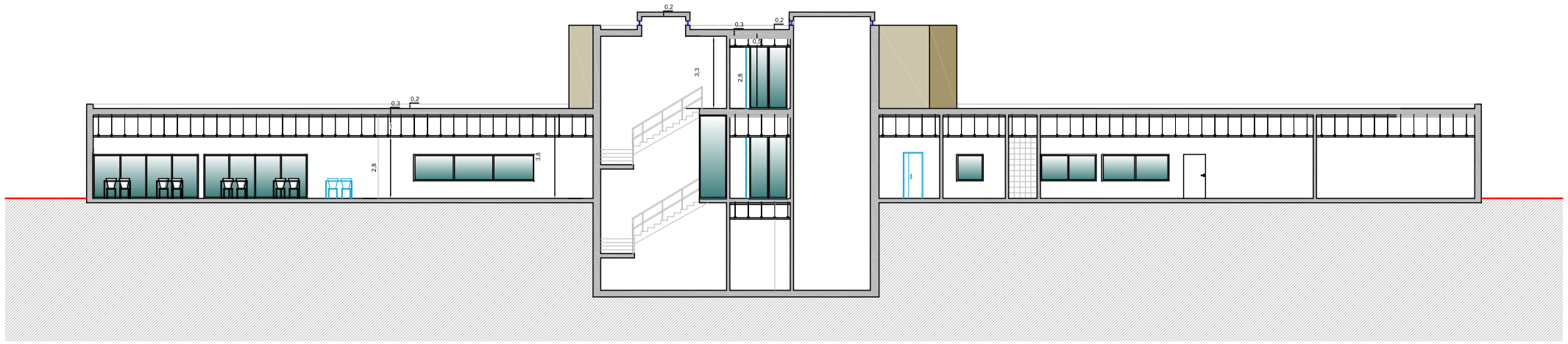
Março 2009

12/05

e n g i t â m e g a



1/14 Secção S1
1/100



2/14 Secção S2
1/100

esc 1/100

0 1 2 3

Unidade de Cuidados Continuados e Lar de Idosos, Chaves

Santa Casa da Misericórdia de Chaves

Arquitectura

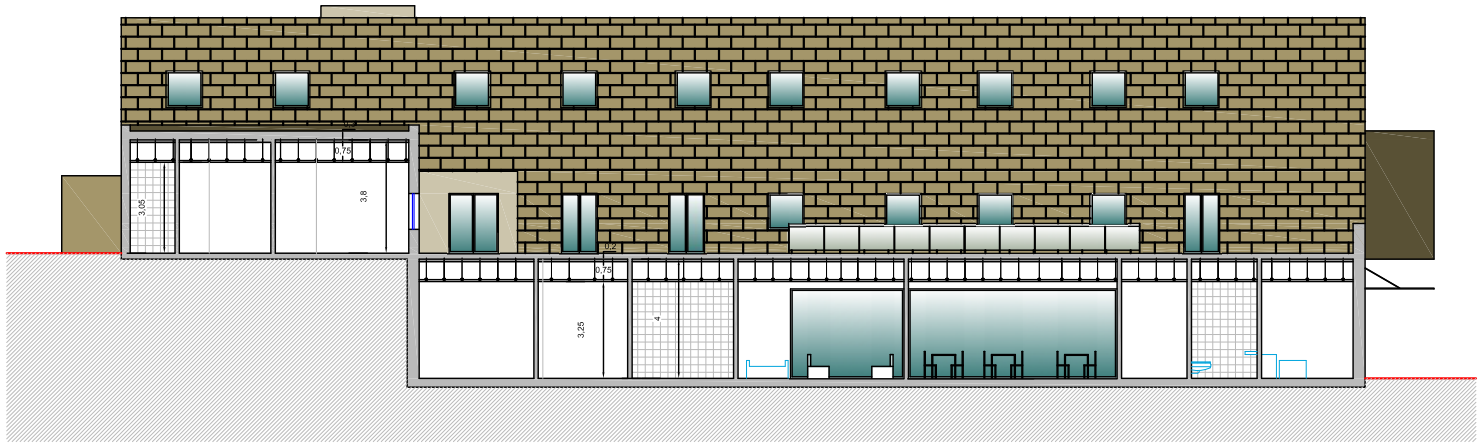
Secções S1/S2 (Projectado)

14

Março 2009

12/05

e n g i t â m e g a



1
14a
Secção S3
1/100

2
14a
Secção S4
1/100

esc 1/100

0 1 2 3

Unidade de Cuidados Continuados e Lar de Idosos, Chaves

Santa Casa da Misericórdia de Chaves

Arquitectura

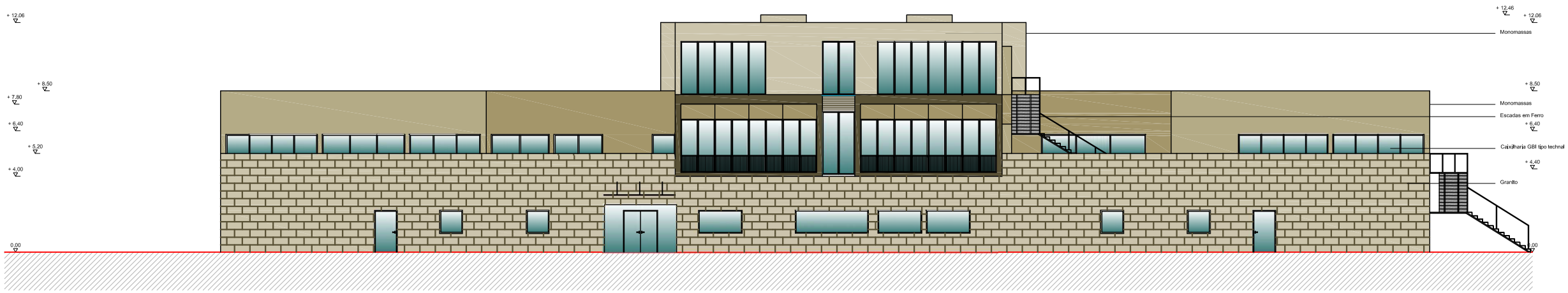
Secções S3/S4 (Projectado)

14a

Março 2009

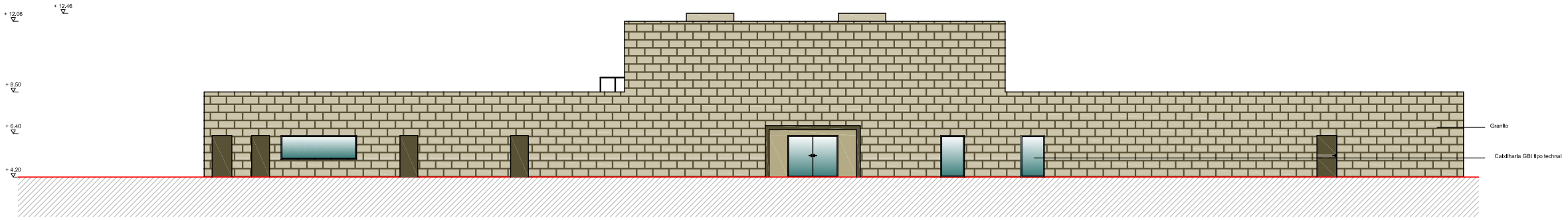
12/05

e n g i t â m e g a



1/15 Alçado Frontal

1/100



2/15 Alçado Posterior

1/100

esc 1/100

0 1 2 3

Unidade de Cuidados Continuados e Lar de Idosos, Chaves

Santa Casa da Misericórdia de Chaves

Arquitectura

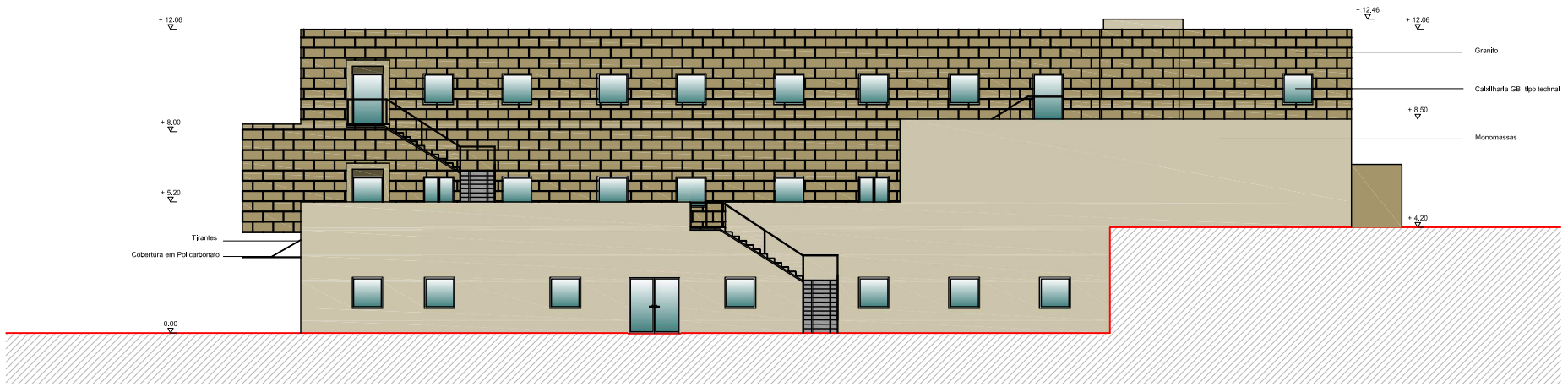
Alçados

15

Março 2009

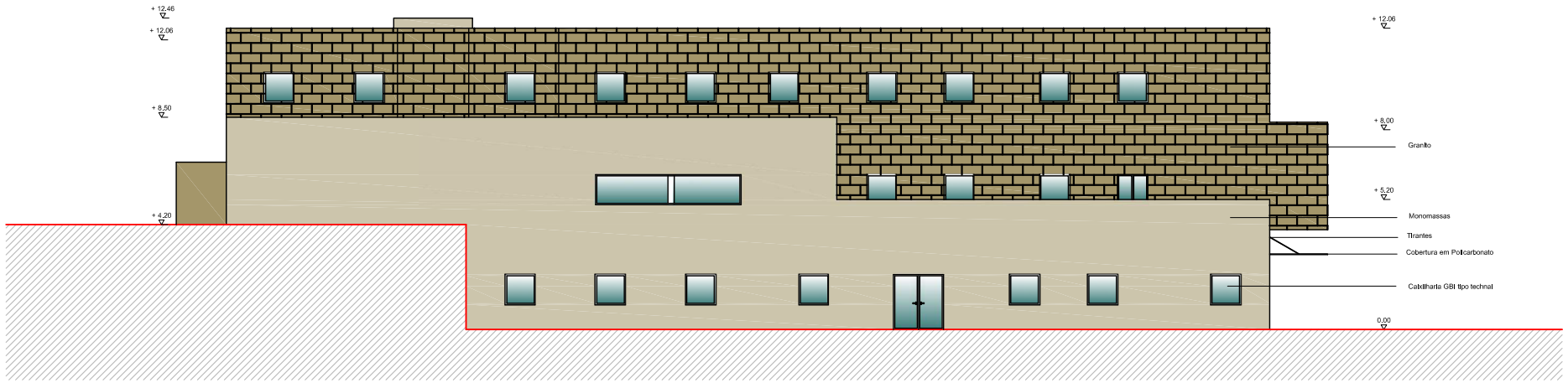
12/05

e n g i t â m e g a



1/15a Alçado Lateral Direito

1/100



2/15a Alçado Lateral Esquerdo

1/100

esc 1/100

0 1 2 3

Unidade de Cuidados Continuados e Lar de Idosos, Chaves

Santa Casa da Misericórdia de Chaves

Arquitectura

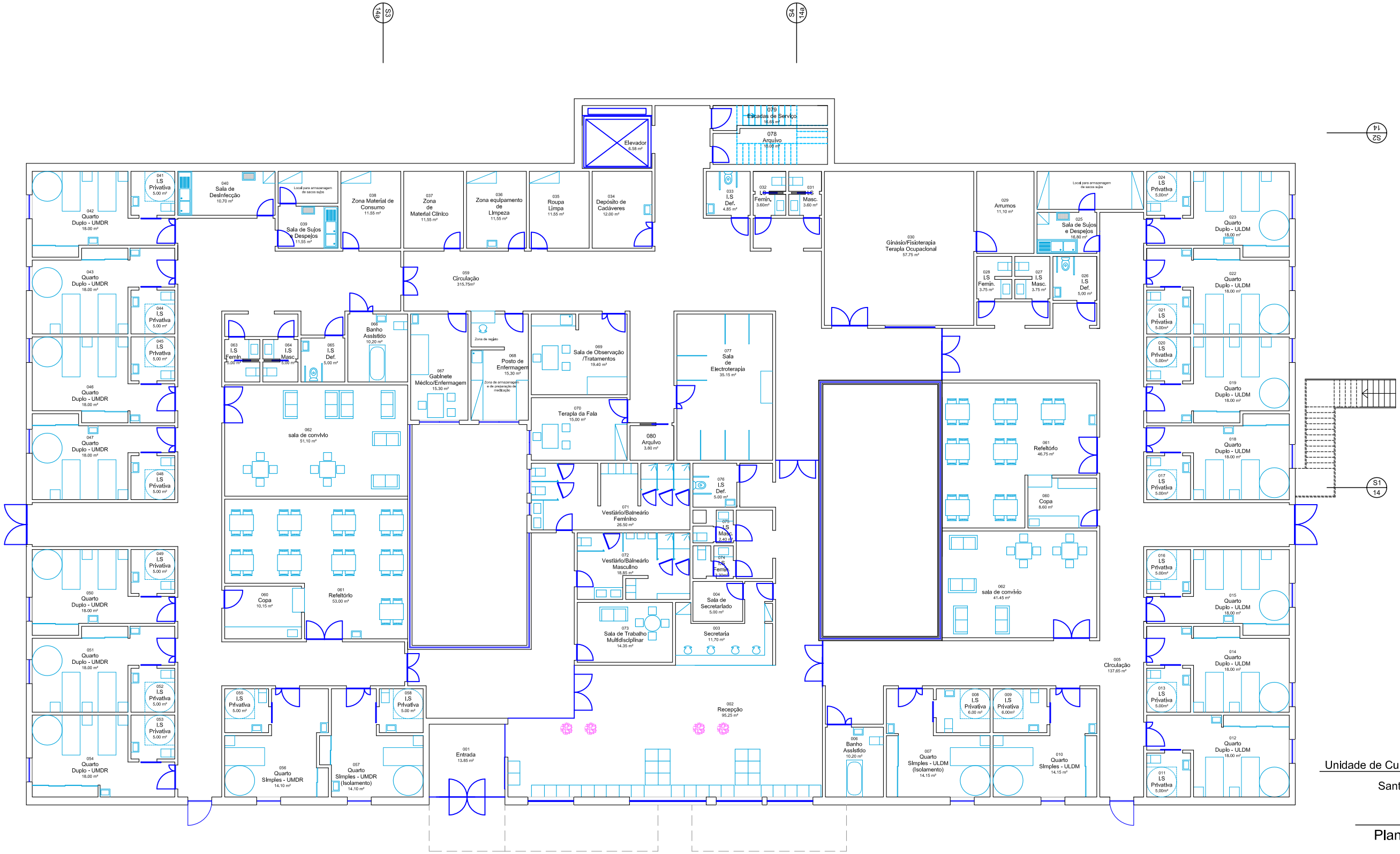
Alçados

15a

Março 2009

12/05

e n g i t â m e g a



1/22 Planta Piso 0

1/100

esc 1/100

0 1 2 3

Unidade de Cuidados Continuados e Lar de Idosos, Chaves

Santa Casa da Misericórdia de Chaves

Arquitectura

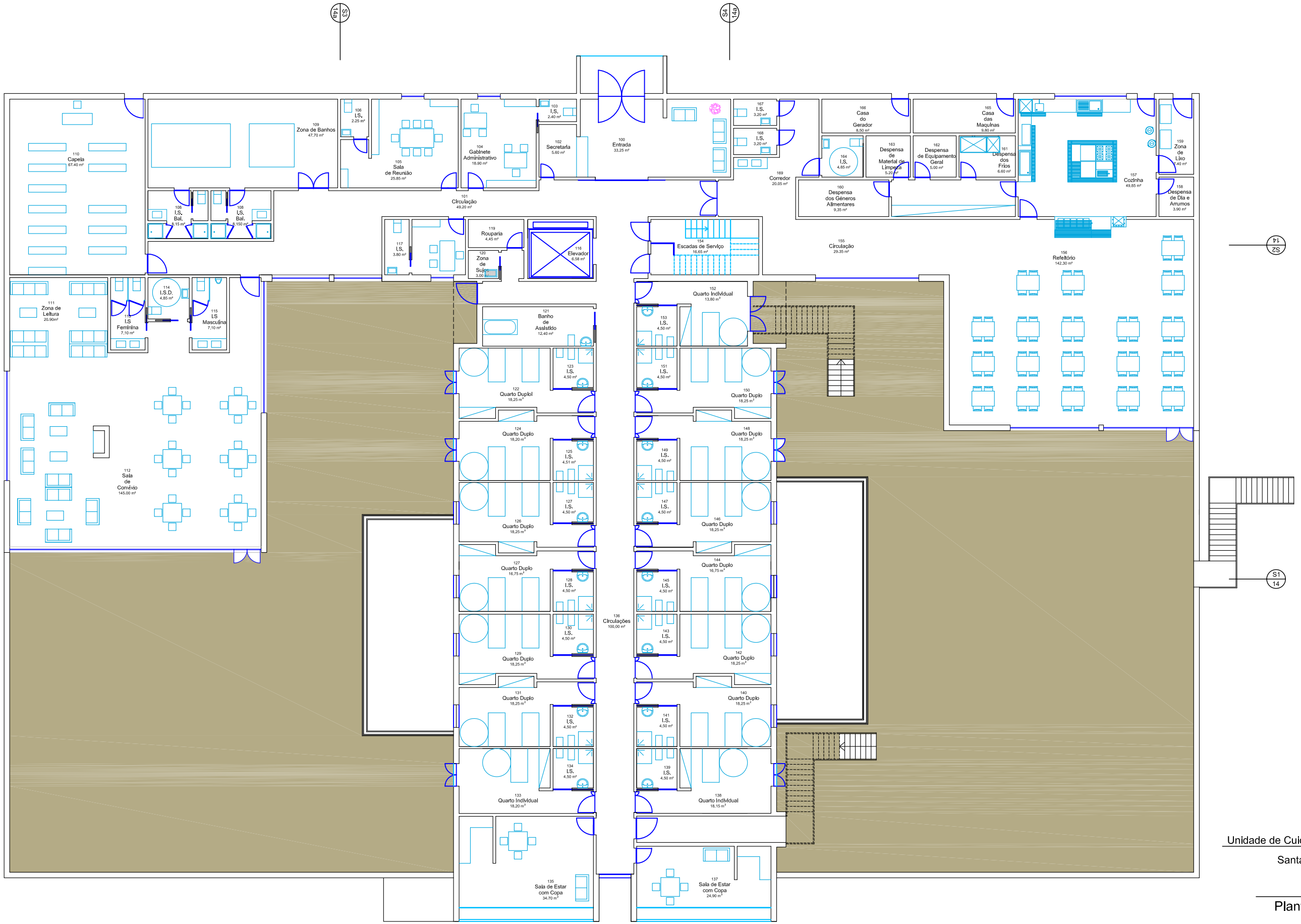
Planta de Acessibilidades Piso 0

22

Março 2009

12/05

e n g i t â m e g a



1
23
Planta Piso 1
1/100

esc 1/100

0 1 2 3

Unidade de Cuidados Continuados e Lar de Idosos, Chaves

Santa Casa da Misericórdia de Chaves

Arquitectura

Planta de Acessibilidades Piso 1

23

Março 2009

12/05

e n g i t â m e g a

S3 14a

S4 14a

S2 14

S1 14

205 Rouparia 5,10 m²

206 I.S. 4,51 m²

204 I.S. 4,50 m²

207 Quarto Duplo 22,10 m²

203 Quarto Duplo 22,10 m²

202 Zona dos Sofás 3,00 m²

201 Banho Assistido 14,00 m²

208 Sala de Estar com Copa 18,25 m²

147 Elevador 6,58 m²

152 Escadas de Serviço 16,65 m²

209 Quarto Individual 13,80 m²

210 I.S. 4,50 m²

212 I.S. 4,50 m²

211 Quarto Duplo 18,25 m²

239 I.S. 4,50 m²

238 Quarto Duplo 18,25 m²

213 Quarto Duplo 18,25 m²

214 I.S. 4,50 m²

237 I.S. 4,50 m²

236 Quarto Duplo 18,25 m²

216 I.S. 4,50 m²

215 Quarto Duplo 18,25m²

235 I.S. 4,50 m²

234 Quarto Duplo 19,25 m²

217 Quarto Duplol 16,75 m²

218 I.S. 4,50 m²

232 Quarto Duplo 16,75 m²

233 I.S. 4,50 m²

200 Circulações 126,25 m²

220 I.S. 4,50 m²

231 I.S. 4,50 m²

219 Quarto Duplo 18,25 m²

230 Quarto Duplo 19,25 m²

221 Quarto Duplo 18,25 m²

222 I.S. 4,50 m²

228 Quarto Duplo 18,25 m²

229 I.S. 4,50 m²

224 I.S. 4,50 m²

226 I.S. 4,50 m²

223 Quarto Individual 18,18 m²

227 Quarto Individual 18,15m²

225 Sala de Estar com Copa 22,00 m²

esc 1/100

0 1 2 3

Unidade de Cuidados Continuados e Lar de Idosos, Chaves

Santa Casa da Misericórdia de Chaves

Arquitectura

Planta de Acessibilidades Piso 2

24

Março 2009

12/05

e n g i t â m e g a

1/24 Planta Piso 2

1/100



Legenda

- Contentor de Lixo
- Asfalto
- Passeio
- Espaço Verde
- Hidratante exterior - Marco de Água

esc 1/500

0 5 10 15

Unidade de Cuidados Continuados e Lar de Idosos, Chaves

Santa Casa da Misericórdia de Chaves

Arquitectura

Planta Arranjos Exteriores

28

Março 2009

12/05

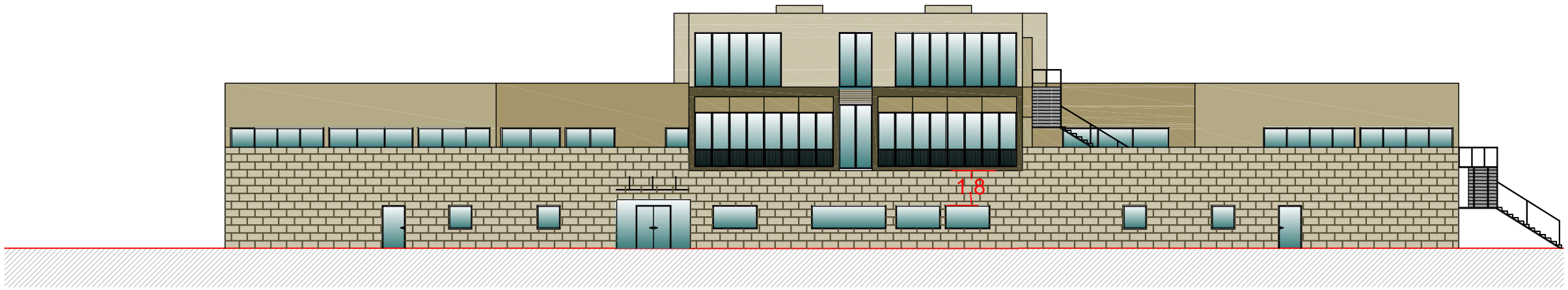
e n g i t â m e g a

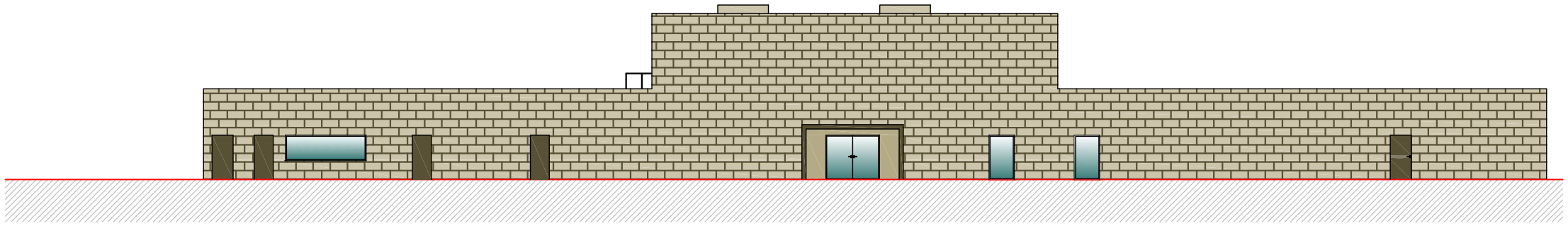
1/28 Planta Cobertura

1/500

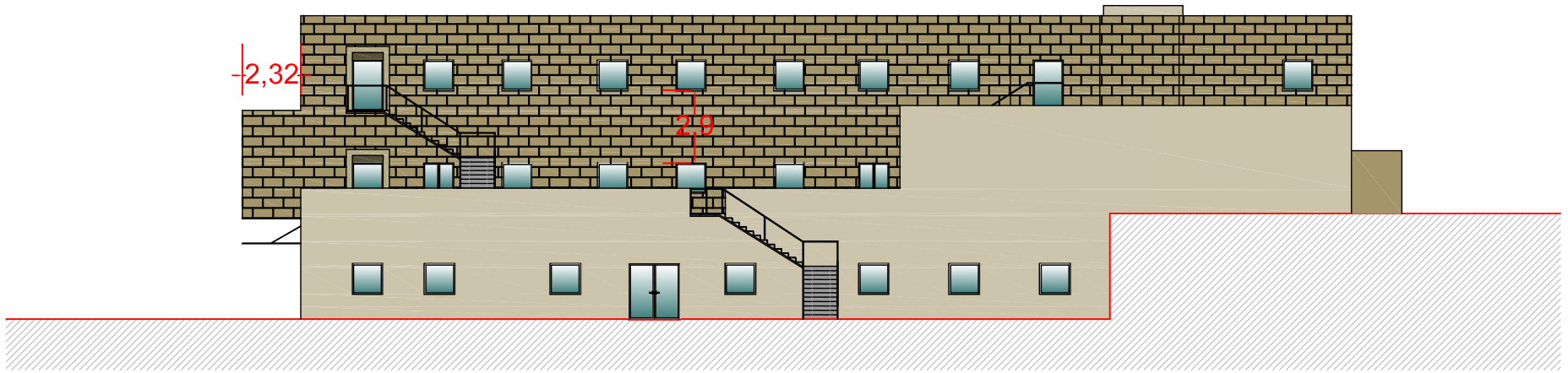
ANEXO D

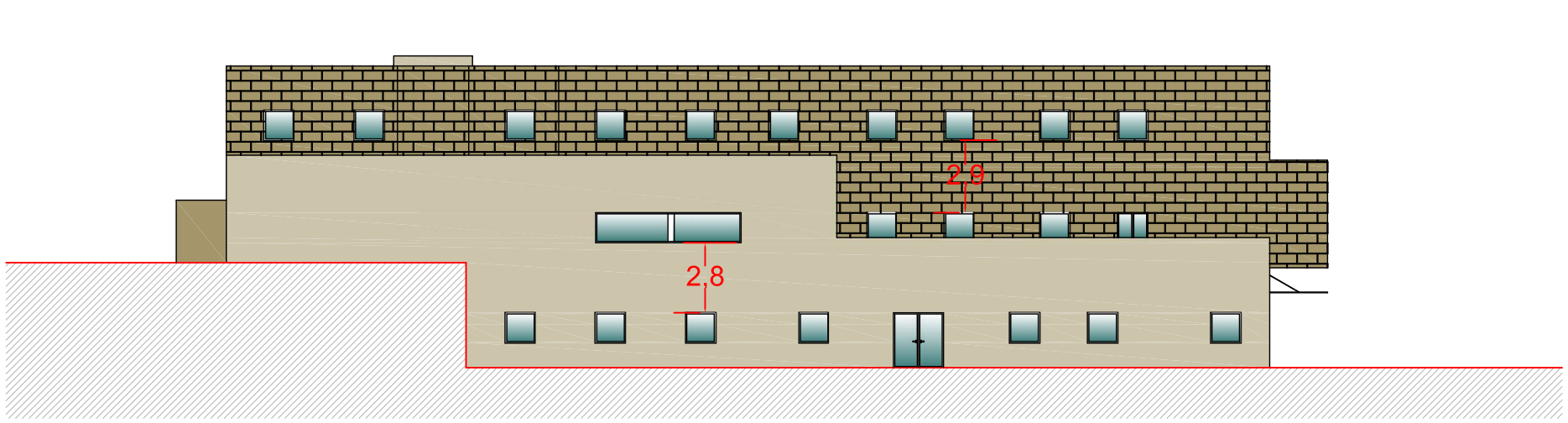
PROJECTO FINAL



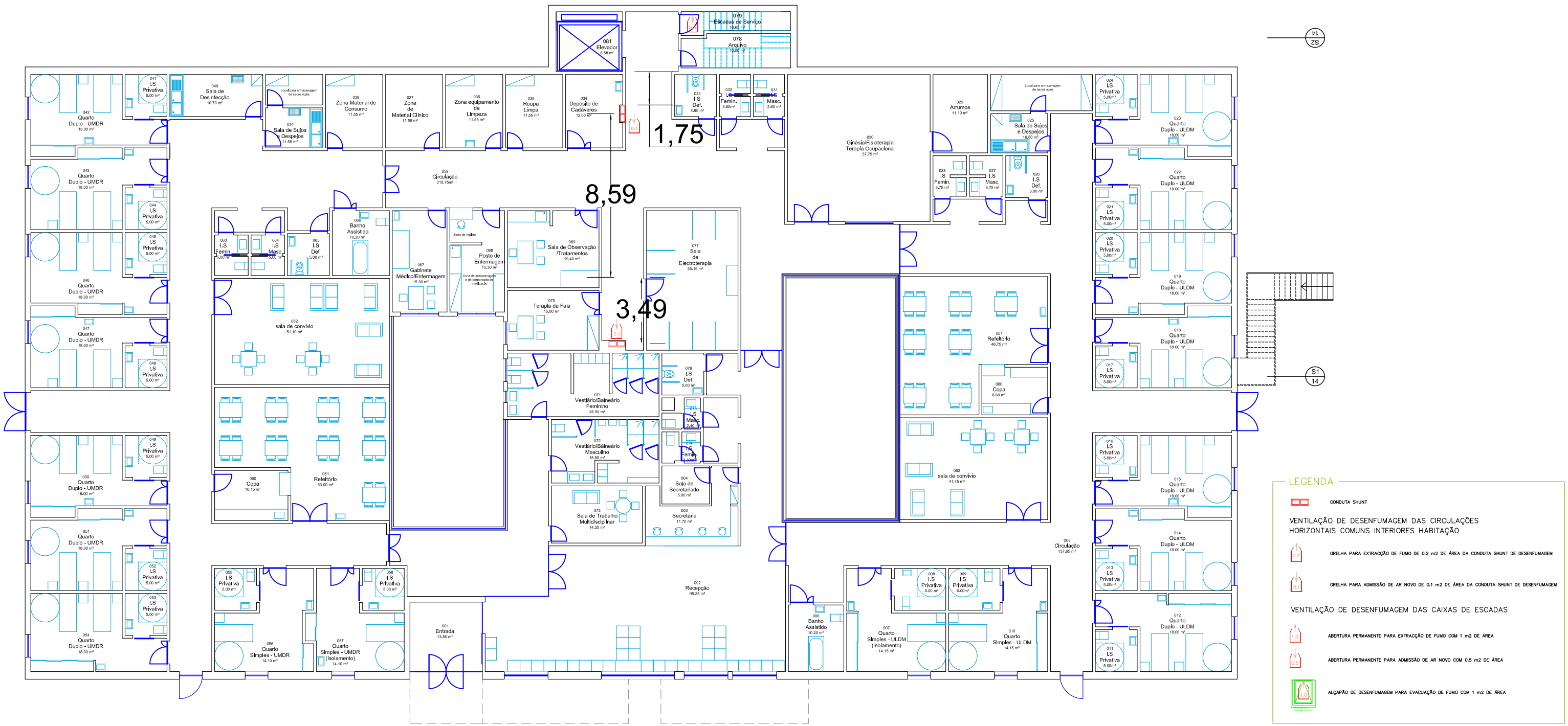


Medições





Medições



LEGENDA

CONDUTA SHUNT

VENTILAÇÃO DE DESENFUMAGEM DAS CIRCULAÇÕES HORIZONTAIS COMUNS INTERIORES HABITAÇÃO

0,2 — GRELHA PARA EXTRACÇÃO DE FUMO DE 0.2 m2 DE ÁREA DA CONDUTA SHUNT DE DESENFUMAGEM

0,1 — GRELHA PARA ADMISSÃO DE AR NOVO DE 0.1 m2 DE ÁREA DA CONDUTA SHUNT DE DESENFUMAGEM

VENTILAÇÃO DE DESENFUMAGEM DAS CAIXAS DE ESCADAS

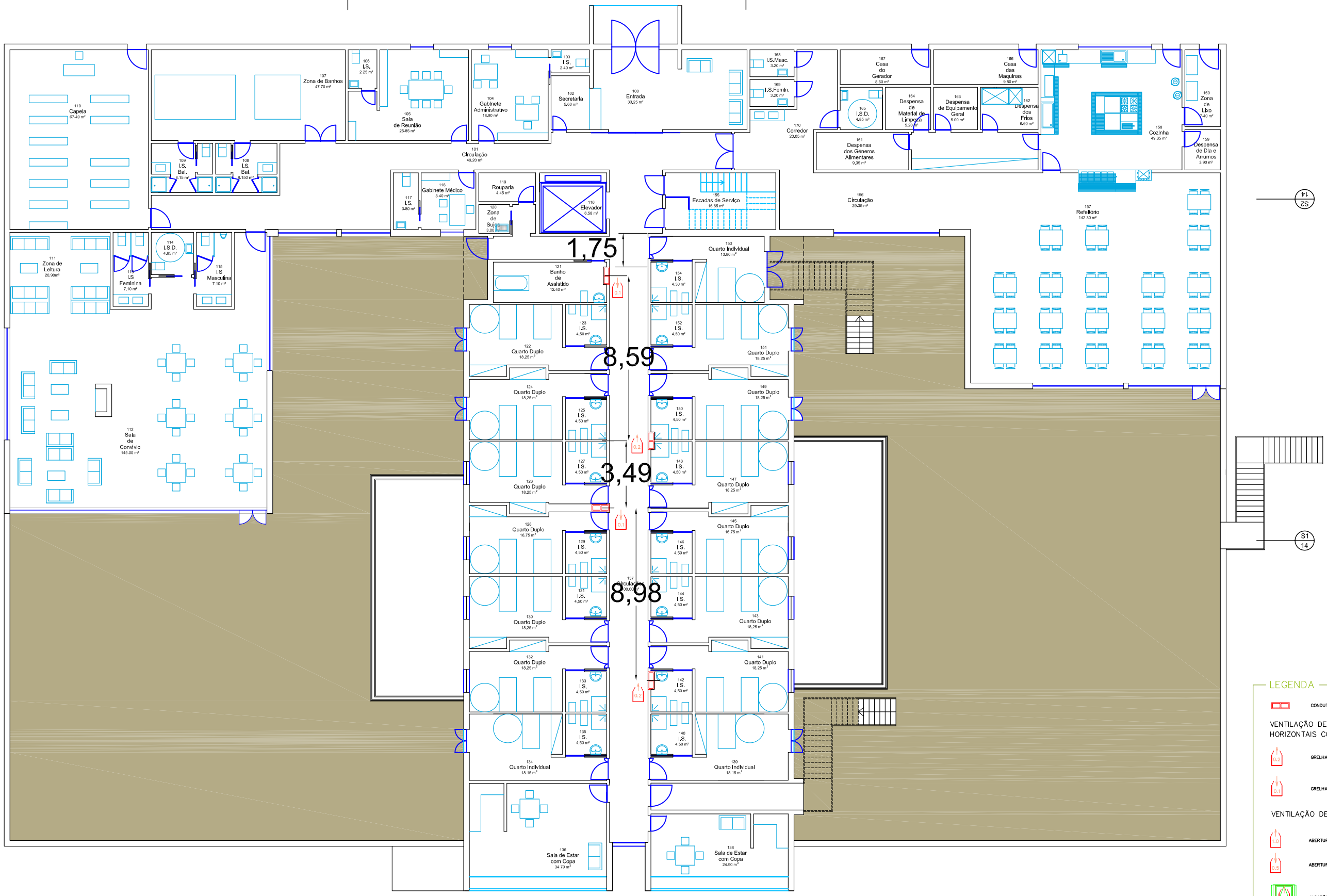
1,0 — ABERTURA PERMANENTE PARA EXTRACÇÃO DE FUMO COM 1 m2 DE ÁREA

0,5 — ABERTURA PERMANENTE PARA ADMISSÃO DE AR NOVO COM 0.5 m2 DE ÁREA

1,0 — ALÇAPÃO DE DESENFUMAGEM PARA EVACUAÇÃO DE FUMO COM 1 m2 DE ÁREA

1 / 22 — Planta Piso 0

1/100



LEGENDA

CONDUTA SHUNT

VENTILAÇÃO DE DESENFUMAGEM DAS CIRCULAÇÕES HORIZONTAIS COMUNS INTERIORES HABITAÇÃO

0,2 GRELHA PARA EXTRACÇÃO DE FUMO DE 0.2 m2 DE ÁREA DA CONDUTA SHUNT DE DESENFUMAGEM

0,1 GRELHA PARA ADMISSÃO DE AR NOVO DE 0.1 m2 DE ÁREA DA CONDUTA SHUNT DE DESENFUMAGEM

VENTILAÇÃO DE DESENFUMAGEM DAS CAIXAS DE ESCADAS

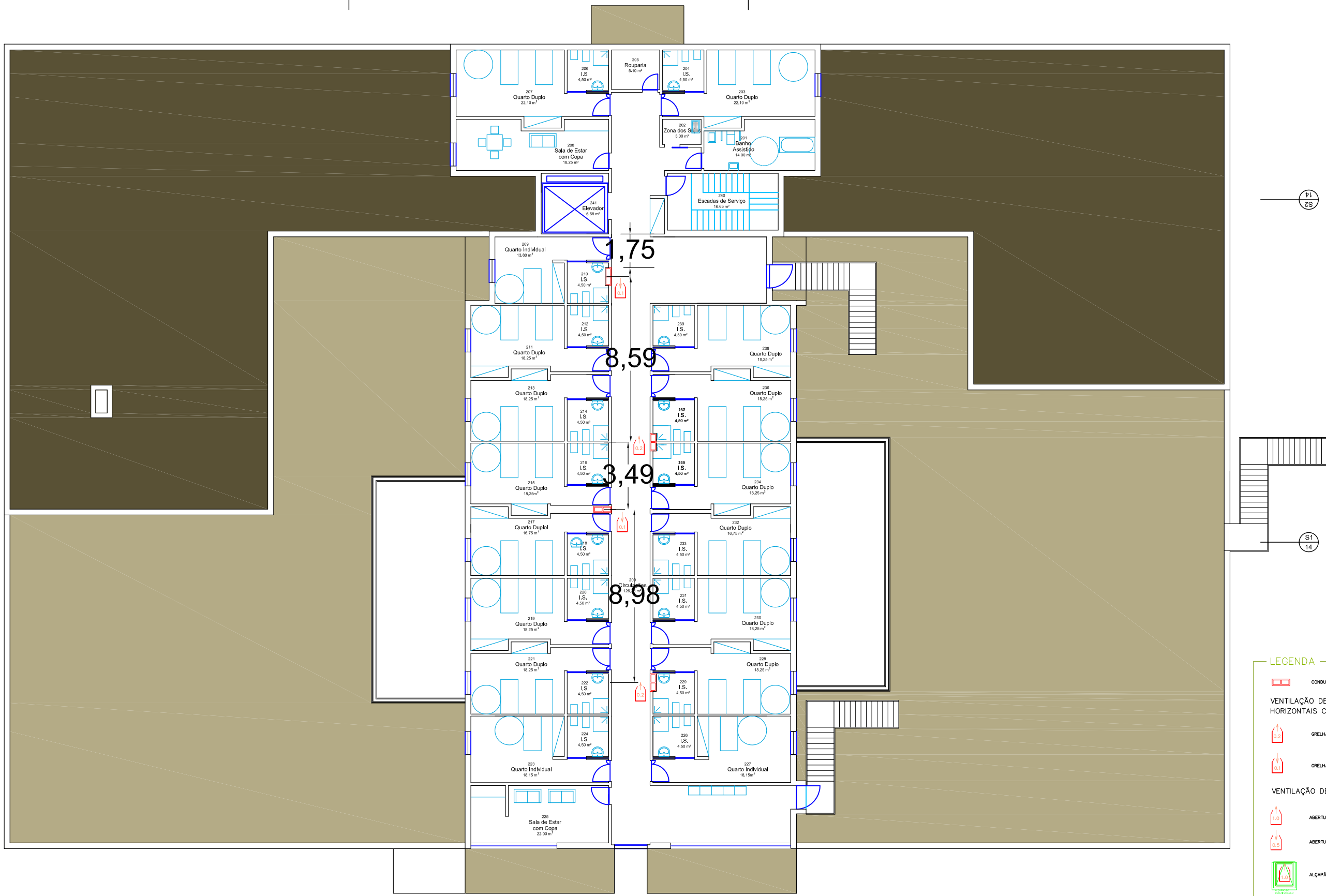
1,0 ABERTURA PERMANENTE PARA EXTRACÇÃO DE FUMO COM 1 m2 DE ÁREA

0,5 ABERTURA PERMANENTE PARA ADMISSÃO DE AR NOVO COM 0.5 m2 DE ÁREA

1,0 ALÇAPÃO DE DESENFUMAGEM PARA EVACUAÇÃO DE FUMO COM 1 m2 DE ÁREA

1/23 Planta Piso 1

1/100



LEGENDA

CONDUTA SHUNT

VENTILAÇÃO DE DESENFUMAGEM DAS CIRCULAÇÕES HORIZONTAIS COMUNS INTERIORES HABITAÇÃO

0,2 — GRELHA PARA EXTRACÇÃO DE FUMO DE 0.2 m2 DE ÁREA DA CONDUTA SHUNT DE DESENFUMAGEM

0,1 — GRELHA PARA ADMISSÃO DE AR NOVO DE 0.1 m2 DE ÁREA DA CONDUTA SHUNT DE DESENFUMAGEM

VENTILAÇÃO DE DESENFUMAGEM DAS CAIXAS DE ESCADAS

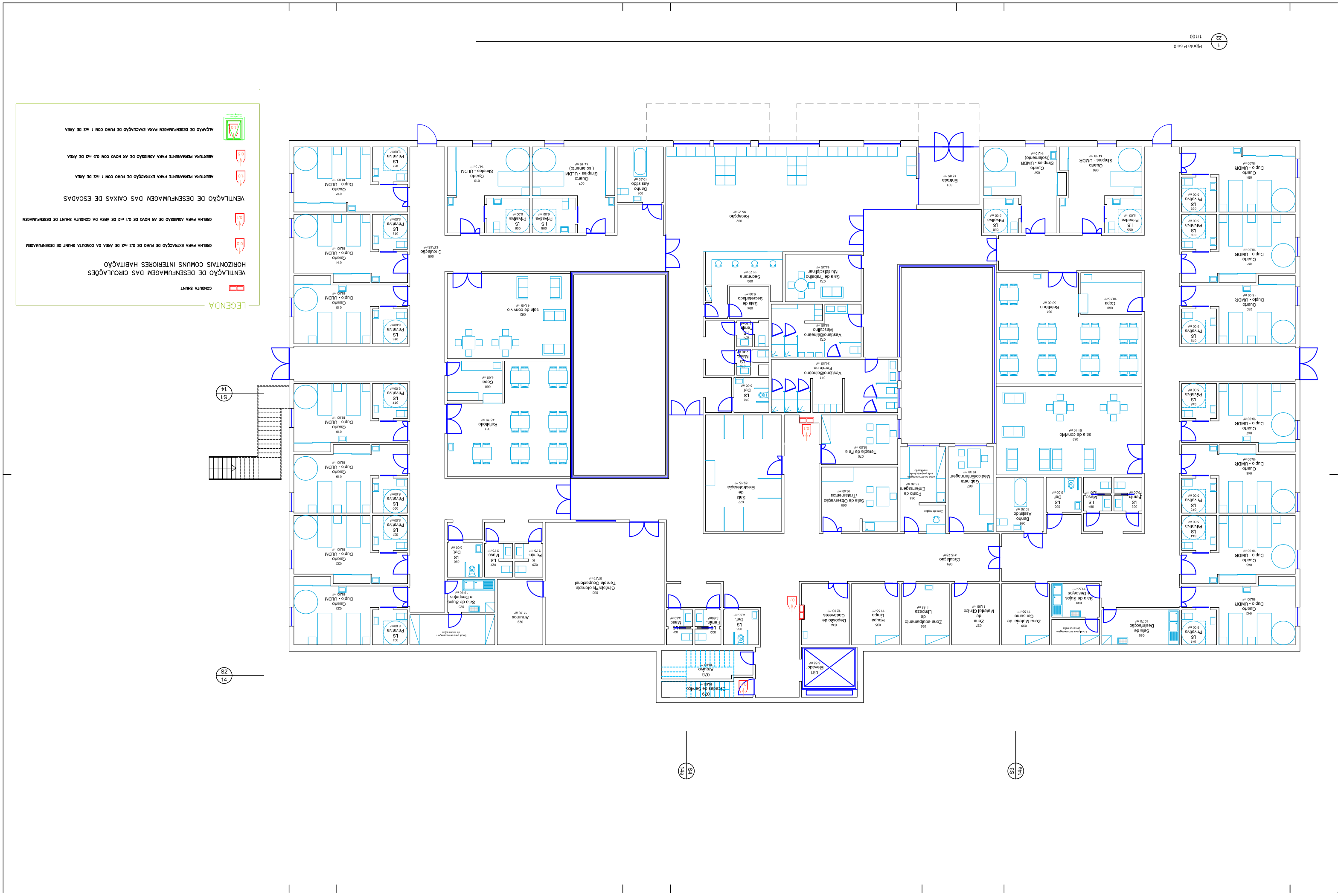
1,0 — ABERTURA PERMANENTE PARA EXTRACÇÃO DE FUMO COM 1 m2 DE ÁREA

0,5 — ABERTURA PERMANENTE PARA ADMISSÃO DE AR NOVO COM 0.5 m2 DE ÁREA

ALÇAPÃO DE DESENFUMAGEM PARA EVACUAÇÃO DE FUMO COM 1 m2 DE ÁREA

1/24 Planta Piso 2

1/100



LEGENDA
CONDUTA SHUNT
VENTILAÇÃO DE DESENFUMAGEM DAS CIRCULAÇÕES HORIZONTAIS COMUNS INTERIORES HABITAÇÃO
GRELHA PARA EXTRACÇÃO DE FUMO DE 0.2 m2 DE ÁREA DA CONDUTA SHUNT DE DESENFUMAGEM
GRELHA PARA ADMISSÃO DE AR NOVO DE 0.1 m2 DE ÁREA DA CONDUTA SHUNT DE DESENFUMAGEM
VENTILAÇÃO DE DESENFUMAGEM DAS CAIXAS DE ESCADAS
ABERTURA PERMANENTE PARA EXTRACÇÃO DE FUMO COM 1 m2 DE ÁREA
ABERTURA PERMANENTE PARA ADMISSÃO DE AR NOVO COM 0.5 m2 DE ÁREA
ALÇAPÃO DE DESENFUMAGEM PARA EVACUAÇÃO DE FUMO COM 1 m2 DE ÁREA
Planta Piso 0
1/100
S1
14
S2
14
S3
14a
S4
14a



1/23 Planta Piso 1

1/100

LEGENDA

CONDUTA SHUNT

VENTILAÇÃO DE DESENFUMAGEM DAS CIRCULAÇÕES HORIZONTAIS COMUNS INTERIORES HABITAÇÃO

0.2 GRELHA PARA EXTRACÇÃO DE FUMO DE 0.2 m2 DE ÁREA DA CONDUTA SHUNT DE DESENFUMAGEM

0.1 GRELHA PARA ADMISSÃO DE AR NOVO DE 0.1 m2 DE ÁREA DA CONDUTA SHUNT DE DESENFUMAGEM

VENTILAÇÃO DE DESENFUMAGEM DAS CAIXAS DE ESCADAS

1.0 ABERTURA PERMANENTE PARA EXTRACÇÃO DE FUMO COM 1 m2 DE ÁREA

0.5 ABERTURA PERMANENTE PARA ADMISSÃO DE AR NOVO COM 0.5 m2 DE ÁREA

1.0 ALÇAPÃO DE DESENFUMAGEM PARA EVACUAÇÃO DE FUMO COM 1 m2 DE ÁREA



LEGENDA

CONDUTA SHUNT

VENTILAÇÃO DE DESENFUMAGEM DAS CIRCULAÇÕES HORIZONTAIS COMUNS INTERIORES HABITAÇÃO

0.2 — GRELHA PARA EXTRACÇÃO DE FUMO DE 0.2 m2 DE ÁREA DA CONDUTA SHUNT DE DESENFUMAGEM

0.1 — GRELHA PARA ADMISSÃO DE AR NOVO DE 0.1 m2 DE ÁREA DA CONDUTA SHUNT DE DESENFUMAGEM

VENTILAÇÃO DE DESENFUMAGEM DAS CAIXAS DE ESCADAS

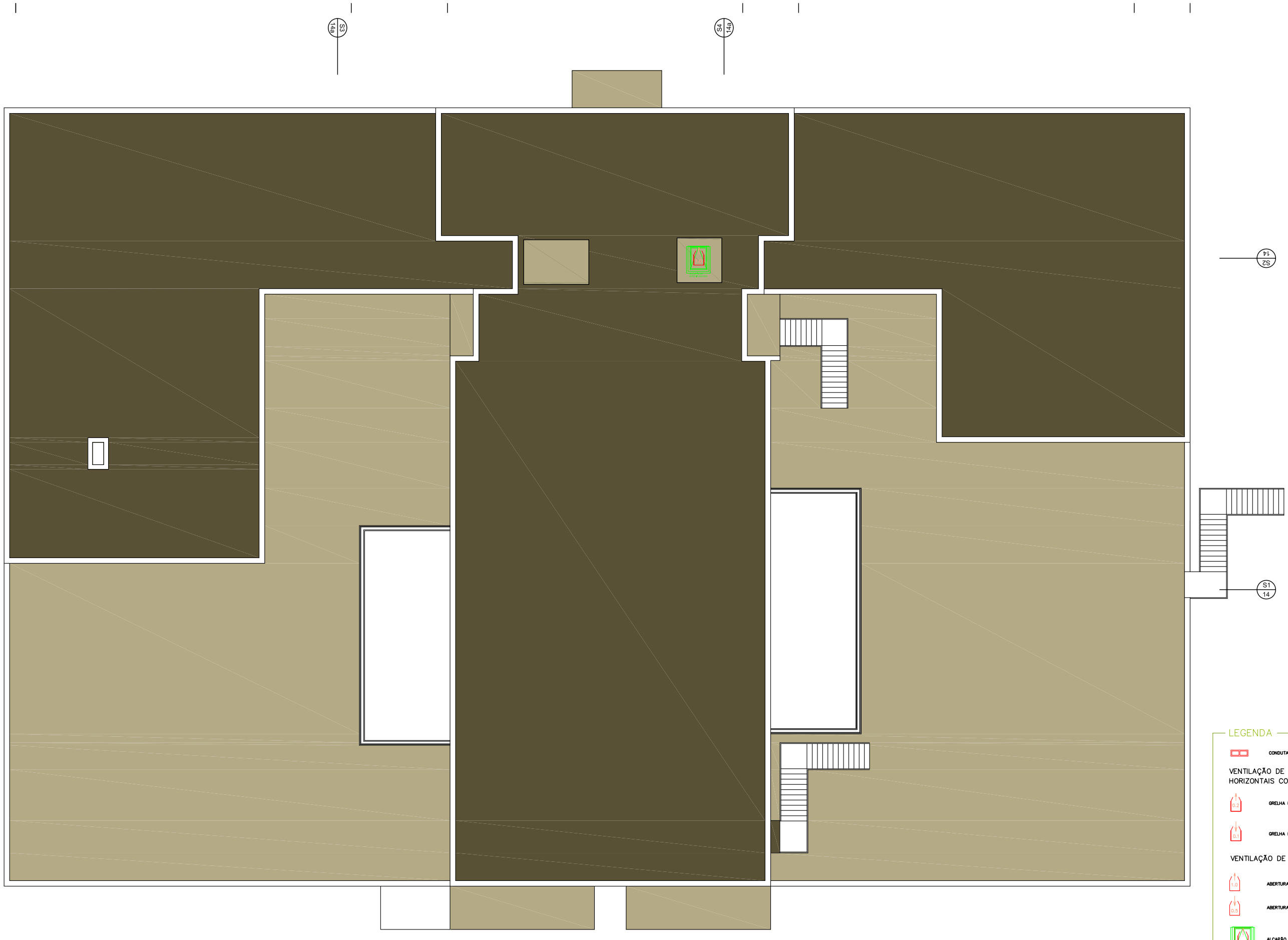
1.0 — ABERTURA PERMANENTE PARA EXTRACÇÃO DE FUMO COM 1 m2 DE ÁREA

0.5 — ABERTURA PERMANENTE PARA ADMISSÃO DE AR NOVO COM 0.5 m2 DE ÁREA

ALÇAPÃO DE DESENFUMAGEM PARA EVACUAÇÃO DE FUMO COM 1 m2 DE ÁREA

1/24 Planta Piso 2

1/100



LEGENDA

CONDUTA SHUNT

VENTILAÇÃO DE DESENFUMAGEM DAS CIRCULAÇÕES HORIZONTAIS COMUNS INTERIORES HABITAÇÃO

0.2 GRELHA PARA EXTRACÇÃO DE FUMO DE 0.2 m2 DE ÁREA DA CONDUTA SHUNT DE DESENFUMAGEM

0.1 GRELHA PARA ADMISSÃO DE AR NOVO DE 0.1 m2 DE ÁREA DA CONDUTA SHUNT DE DESENFUMAGEM

VENTILAÇÃO DE DESENFUMAGEM DAS CAIXAS DE ESCADAS

1.0 ABERTURA PERMANENTE PARA EXTRACÇÃO DE FUMO COM 1 m2 DE ÁREA

0.5 ABERTURA PERMANENTE PARA ADMISSÃO DE AR NOVO COM 0.5 m2 DE ÁREA

1.0 ALÇAPÃO DE DESENFUMAGEM PARA EVACUAÇÃO DE FUMO COM 1 m2 DE ÁREA

1/10 Planta Cobertura

1/100