

DETECÇÃO E ALARME DE INCÊNDIO SISTEMAS ACTUAIS

ROGÉRIO MANUEL TEIXEIRA RESENDE

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES

Professor Doutor João Lopes Porto

JUNHO DE 2009

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2008/2009

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 - 2008/2009 - 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.

AGRADECIMENTOS

Ao professor João Lopes Porto, orientador desta dissertação, agradeço a disponibilidade demonstrada para o esclarecimento de todas as dúvidas, o incentivo dado e cedência de bibliografia necessária à realização do trabalho.

Ao Eng.º. José Aidos Rocha, pela disponibilidade demonstrada para o esclarecimento de dúvidas.

Ao arquitecto Jorge Prata pela cedência do seu projecto, utilizado na realização do caso prático deste trabalho.

RESUMO

Os incêndios urbanos e industriais são responsáveis por grandes perdas materiais e, bastante mais grave, pela perda de vidas humanas.

Uma detecção precoce de qualquer incêndio, minimiza substancialmente as perdas, pois torna possível a actuação sobre o incêndio numa fase em que é mais facilmente controlável, impedindo o seu alastramento e também permite a evacuação das pessoas de forma segura.

No dia 1 de Janeiro de 2009, entrou em vigor a portaria nº 1532/2008, onde se encontra o Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios, parte integrante do novo Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios, resolvendo-se assim algumas das maiores dificuldades sentidas pelos profissionais do sector: a dispersão da legislação sobre segurança contra incêndio em edifícios em vários diplomas, por vezes contraditórios; e a inclusão de um elevado conjunto de edifícios que se encontravam esquecidos na anterior legislação.

Este trabalho tem como principal objectivo, o levantamento dos sistemas actuais de detecção automática de incêndio, a compreensão do seu funcionamento e selecção dos meios adequados a cada caso, após o qual se faz uma aplicação simplificada da informação recolhida, a um edifício público de serviços.

Abordam-se também os conceitos relacionados com incêndios em edifícios, de forma a ser mais fácil compreender a ocorrência e comportamento de incêndios em edifícios, bem como o funcionamento dos detectores automáticos de incêndio.

PALAVRAS-CHAVE: combustão, segurança contra incêndio, detecção automática, legislação, projecto de segurança.

ABSTRACT

The urban and industrial fires are responsible for large material losses and, much more serious, the loss of human lives.

An early detection of any fire substantially minimizes the losses, since it makes possible action on the fire at a time that is more easily controlled, preventing its spread and allows the evacuation of people in a secure way.

On the 1st January 2009, it took effect the Decree No 1532/2008, where the Technical Regulation of fire safety in buildings, part of the new legal arrangements for the fire safety in buildings, thereby solving some of the greater difficulties faced by professionals in the sector: the dispersion of the legislation on fire safety in buildings in various documents, sometimes contradictory; and the inclusion of a large number of buildings that were overlooked in previous legislation.

This work has as main objective the survey of existing systems for automatic fire detection, the understanding of its operation and selection of appropriate resources to each case, after which a simplified application of the gathered information is made at a public building.

It also addresses the concepts related to building fires in order to be easier to understand the occurrence and behavior of fires in buildings and the operation of automatic fire detectors.

KEYWORDS: combustion, fire safety, automatic detection, legislation, security design.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. ENQUADRAMENTO E OBJECTIVOS	1
1.2. ORGANIZAÇÃO	2
2. CONCEITOS GERAIS SOBRE INCÊNDIOS EM EDIFÍCIOS	3
2.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	3
2.2. CONCEITOS GERAIS E DEFINIÇÕES	3
2.2.1. COMBUSTÃO	3
2.2.2. PROCESSOS DE COMBUSTÃO	4
2.2.2.1. Sólidos	4
2.2.2.2. Líquidos	4
2.2.2.3. Gases	6
2.2.3. PRODUTOS RESULTANTES DA COMBUSTÃO	6
2.2.4. TOXICIDADE DOS GASES DA COMBUSTÃO	7
2.2.4.1. Monóxido de carbono (CO)	7
2.2.4.2. Dióxido de carbono (CO ₂)	7
2.2.4.3. Ácido cianídrico (HCN)	7
2.2.4.4. Ácido clorídrico (HCl)	8
2.2.4.5. Dióxido de enxofre (SO ₂)	8
2.3. ACÇÃO DO FOGO	8
2.3.1. PROPAGAÇÃO DO CALOR	8
2.3.1.1. Condução	9
2.3.1.2. Convecção	9
2.3.1.3. Radiação	9
2.3.2. FASES DO DESENVOLVIMENTO DO INCÊNDIO NUM COMPARTIMENTO	10
2.3.2.1. Condições para que ocorra um incêndio	10
2.3.2.2. Desenvolvimento de um incêndio	11

2.3.3.DENSIDADE DE CARGA DE INCÊNDIO MODIFICADA DE UM COMPARTIMENTO.	12
2.3.3.1. Cálculo determinístico	13
2.3.3.3. Totalidade da utilização-tipo	14
2.3.4.CURVAS NOMINAIS TEMPERATURA-TEMPO	14

3. LEGISLAÇÃO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO 17

3.1. DECRETO-LEI 220/2008 17

3.1.1. UTILIZAÇÕES-TIPO 18

3.1.2. CLASSIFICAÇÃO DOS LOCAIS DE RISCO 19

3.1.3. CATEGORIAS E FACTORES DE RISCO 20

3.1.4. EFECTIVO 20

3.2. PORTARIA Nº 1532/2008 – EXIGÊNCIAS REGULAMENTARES 21

3.2.1. DETECÇÃO ALARME E ALERTA 21

4. DETECTORES AUTOMÁTICOS 25

4.1. INTRODUÇÃO 25

4.2. CONSTITUIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE DETECTORES AUTOMÁTICOS 26

4.3. TIPOS DE DETECTORES 27

4.3.1. DETECTORES DE CALOR OU TÉRMICOS 27

4.3.1.1. Detectores de Máxima Temperatura 28

4.3.1.2. Detectores Termovelocimétricos 31

4.3.2. DETECTORES DE FUMO 33

4.3.2.1. Detectores ópticos ou fotoelétricos 33

4.3.2.2. Detectores por aspiração 34

4.3.2.3. Detectores de fumo iónicos 35

4.3.3. DETECTORES DE GÁS 35

4.3.4. DETECTORES DE CHAMA 36

4.3.4.1. Detectores de chamas por radiação ultravioleta 36

4.3.4.2. Detectores de chamas por radiação infra-vermelha 37

4.3.4.2. Detectores de chamas por radiação ultravioleta e infra-vermelha 37

4.3.5. DETECTORES DE MULTISENSOR 37

4.4. SELECÇÃO DE DETECTORES 38

4.5. LOCALIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE DETECTORES 39

4.5.1. DETECTORES TÉRMICOS E DE FUMO	40
4.5.1.1. Tectos planos	40
4.5.1.2. Tectos inclinados	42
4.5.1.3. Paredes, divisórias e obstáculos	42
4.5.1.4. Ventilação e movimento do ar	42
4.5.1.5. Conduatas de ar	43
4.5.1.6. Tectos irregulares	43
4.5.1.7. Detecção acima de tectos falsos	43
4.5.1.8. Detecção abaixo do chão falso	44
4.5.1.9. Salas sem tecto	44
4.5.2. DETECTORES DE CHAMAS	44

5. SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE DETECÇÃO DE INCÊNDIOS

5.1. CONFIGURAÇÃO DE UM SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETECÇÃO DE INCÊNDIOS	45
5.2. TIPOS DE PROTECÇÃO	47
5.2.1. PROTECÇÃO TOTAL	48
5.2.2. PROTECÇÃO PARCIAL	48
5.2.3. PROTECÇÃO DOS CAMINHOS DE EVACUAÇÃO	49
5.2.4. PROTECÇÃO LOCAL	49
5.2.5. PROTECÇÃO DE EQUIPAMENTOS	49
5.3. CONCEPÇÃO E PROJECTO	49
5.3.1. COMPONENTES DO SISTEMA	49
5.3.2. AVARIAS	50
5.3.3. ATMOSFERAS PERIGOSAS	50
5.3.4. DIVISÃO DE ZONAS	50
5.3.5. SELECÇÃO E LOCALIZAÇÃO DE DETECTORES E DE BOTÕES MANUAIS	51
5.3.5.1. Identificação	52
5.3.6. DISPOSITIVOS E EQUIPAMENTOS DE ALARME	52
5.3.6.1. Níveis sonoros	53
5.3.6.2. Frequência Sonora	53
5.3.6.3. Dispositivos de Alarme	53
5.3.6.4. Continuidade Sonora	53

5.3.6.5. Sistemas de Alarme por Voz	53
5.3.6.6. Uso do Alarme Sonoro Para Outros Fins	54
5.3.7. CENTRAL DE DETECÇÃO DE INCÊNDIOS - CDI	54
5.3.7.1. Localização	54
5.3.7.2. Painéis Repetidores de Sinalização e de Controlo	54
5.3.7.2. Localização de Alarmes	54
5.3.8. FORNECIMENTO DE ENERGIA	55
5.3.8.1. Alimentação Principal	55
5.3.8.2. Alimentação de Emergência	55
5.3.9. ALERTA	56
5.3.10. OUTROS EQUIPAMENTOS OU SISTEMAS	56
5.3.11. APLICAÇÕES EM RISCOS ESPECIAIS	56
5.3.11.1. Áreas de Processamento Electrónico	57
5.3.11.2. Armazenamento em Altura	57
5.3.11.3. Edifícios com Átrios Comuns	57
5.3.11.4. Áreas Perigosas	57
5.3.11.5. Áreas Exteriores	58
5.4. INSTALAÇÃO DOS SISTEMAS	58
5.4.1. TIPOS DE CABOS	58
5.4.2. DUCTOS, CONDUTAS E CALEIRAS	58
5.4.3. CAMINHOS DE CABOS	58
5.4.4. PROTECÇÃO CONTRA INCÊNDIO	58
5.4.5. PROTECÇÃO CONTRA DANOS MECÂNICOS	59
5.4.6. PROTECÇÃO CONTRA INTERFERÊNCIAS ELECTROMAGNÉTICAS	59
5.4.7. DOCUMENTAÇÃO	59
5.5. EXPLORAÇÃO DOS SISTEMAS	59
5.5.1. RECEPÇÃO DA INSTALAÇÃO	59
5.5.2. DOCUMENTAÇÃO	60
5.5.3. RESPONSABILIDADE	60
5.6. MANUTENÇÃO	60
5.6.1. ROTINA DE MANUTENÇÃO	60
5.6.1.1. Verificação Diária	61
5.6.1.2. Verificação Mensal	61
5.6.1.3. Verificação Trimestral	61

5.6.1.4. Verificação Anual	61
5.6.2. ASSISTÊNCIA TÉCNICA ESPECIAL	62
5.6.3. GARANTIAS	62
5.6.4. REPARAÇÃO E MODIFICAÇÃO	62
5.6.5. SOBRESSELENTES	63
5.6.6. DOCUMENTAÇÃO	63
5.6.7. RESPONSABILIDADE	63

6. CASO PRÁTICO – PROJECTO DE DETECÇÃO AUTOMÁTICA EM EDIFÍCIO DE SERVIÇOS

6.1. INTRODUÇÃO	65
6.2. DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO	65
6.3. LEVANTAMENTO DE NECESSIDADES	65
6.3.1. UTILIZAÇÃO-TIPO	65
6.3.2. RISCO DE INCÊNDIO	66
6.3.2.1. Altura da utilização-tipo	66
6.3.2.2. Efectivo	66
6.3.2.3. Número de pisos abaixo do plano de referência	67
6.3.2.4. Densidade de carga de incêndio modificada	67
6.3.2.5. Categoria de risco do edifício	67
6.3.3. CONFIGURAÇÕES DAS INSTALAÇÕES DE ALARME	68
6.3.4. TIPO DE SADI	68
6.3.5. ÂMBITO DA PROTECÇÃO	68
6.3.6. ACTUAÇÃO COM OUTROS EQUIPAMENTOS EM CASO DE ALARME DE INCÊNDIO	68
6.4. PLANEAMENTO E PROJECTO DO SISTEMA	68
6.4.1. ZONAS DE DETECÇÃO	68
6.4.2. ZONAS DE ALARME	69
6.4.3. SELECÇÃO DOS TIPOS DE DETECTORES	69
6.4.4. DISTRIBUIÇÃO DOS DETECTORES	69
6.4.5. INSTALAÇÃO DOS BOTÕES DE ALARME	70
6.4.6. DIFUSÃO DO ALARME E ALERTA	71
6.4.7. SINALIZAÇÃO E CONTROLO	71
6.4.8. ALIMENTAÇÃO DE ENERGIA	71

6.4.9. CABLAGENS	71
6.4.10. CONSTITUIÇÃO TOTAL DO SADI	71
6.5. EXPLORAÇÃO DO SISTEMA	72
7. CONCLUSÃO	73
BIBLIOGRAFIA	75
A1	79
A2	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.1 – Processos de transmissão de calor	8
Fig.2 – Triângulo e tetraedro do fogo.....	10
Fig.3 – Fases de desenvolvimento de um incêndio	12
Fig.4 – Curva de incêndio padrão ISO 834	15
Fig.5 – Curvas nominais de incêndio	15
Fig.6 – Fases de um fogo.....	26
Fig.7 – Constituição de dois tipos de detectores	27
Fig.8 – Detector térmico de máxima temperatura por fusível	28
Fig.9 – Detector térmico de máxima temperatura linear	29
Fig.10 – Detector térmico de máxima temperatura linear	29
Fig.11 – Detector térmico por dilatação de um metal	30
Fig.12 – Detectores bimetálicos.....	30
Fig.13 – Detector termovelocimétrico pneumático pontual com detecção por temperatura máxima ...	32
Fig.14 – Detector termovelocimétrico pneumático linear.....	32
Fig.15 – Detector termoeléctrico	33
Fig.16 – Detector de fumo por dispersão de luz	34
Fig.17 – Detector de fumo por absorção de luz.....	34
Fig.18 – Detector de fumo por aspiração.....	35
Fig.19 – Detector UV.....	37
Fig.20 – Espaçamento entre detectores de fumo e detectores térmicos.....	41
Fig.21 – Configuração tipo de um SADI.....	45
Fig.22 – Fluxograma da organização de alarme.....	46
Fig.23 – Posicionamento de botões de alarme manuais	52
Fig.A1 – Planta piso 0	80
Fig.A2 – Planta piso 1	81
Fig.A3 – Planta piso 2	82
Fig.A4 – Cortes 1 e 4	83
Fig.A5 – Cortes 2 e 3	84
Fig.A6 – Implantação no piso 0.....	86

Fig.A7 – Implantação no piso 1	87
Fig.A8 – Implantação no piso 2	88

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Temperaturas de inflamação	4
Quadro 2 – Temperaturas de combustão	5
Quadro 3 – Temperaturas de ignição	5
Quadro 4 – Limites de inflamabilidade	6
Quadro 5 – Efeitos do monóxido de carbono em função da concentração e duração de exposição	7
Quadro 6 - Efeitos do dióxido de carbono em função da concentração e duração de exposição	7
Quadro 7 – Efeitos do ácido clorídrico em função da concentração e duração de exposição.....	8
Quadro 8 – Factores de classificação de risco de incêndio das utilizações-tipo.....	20
Quadro 9 – Configurações das instalações de alarme	22
Quadro 10 – Configurações aplicáveis a cada UT.....	22
Quadro 11 – Selecção de detectores automáticos	39
Quadro 12 – Limites de altura dos tectos e raio de acção.....	40
Quadro 13 – Distribuição dos detectores térmicos e de fumo	41
Quadro 14 – Valores do coeficiente de risco	42
Quadro 15 – Efectivo no piso 0.....	66
Quadro 16 – Efectivo no piso 1	66
Quadro 17 – Efectivo no piso 2.....	67
Quadro 18 – Número de detectores necessários por compartimento	70

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

- \dot{h}_c - Densidade de fluxo de calor no interior do corpo
- k – Coeficiente de condutibilidade térmica [W/m°C]
- θ - Temperatura
- x – Coordenada de posição [m]
- M_i – massa do constituinte combustível (i)
- H_i - poder calorífico interior do constituinte combustível (i)
- C_i – coeficiente adimensional de combustibilidade do constituinte combustível (i)
- R_{ai} – coeficiente adimensional de activação do constituinte combustível (i)
- N_c – número de constituintes combustíveis
- S – área útil do compartimento corta-fogo
- q_{si} – densidade de carga de incêndio relativa ao tipo de actividade (i)
- S_i – área afectada à zona de actividade (i)
- N_a – número de zonas de actividades distintas
- q_{vi} – densidade de carga de incêndio por unidade de volume relativa à zona de armazenamento (i)
- h_i – altura de armazenagem da zona de armazenamento (i)
- N_{ar} – número de zonas de armazenamento distintas
- q_{sk} – densidade de carga de incêndio modificada de cada compartimento corta-fogo (k)
- S_k – área útil de cada compartimento corta-fogo (k)
- N – número de compartimentos corta-fogo
- t – tempo
- A_n - área efectiva de vigilância
- K - factor de risco
- D - distância entre irregularidades
- V - Volume
-
- ISO – International Organization for Standardization
- RJ-SCIE – Regime jurídico da segurança contra incêndio em edifícios
- UT – Utilização-tipo
- ANPC – Autoridade Nacional de Protecção Civil
- DL – Decreto-lei
- CDI – Central de detecção de incêndio

SADI – Sistema automático de detecção de incêndio

UV – ultravioleta

CEA – Comité Européen des Assurances

CEN – Comissão Europeia de Normalização

1

INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO E OBJECTIVOS

Como é do conhecimento geral, um incêndio num edifício, quando atinge grandes proporções, pode provocar grandes danos materiais que implicam grandes prejuízos financeiros, mas também pode causar a morte ou incapacidade de ocupantes do edifício, ou de membros das equipas de intervenção destacadas para combater o incêndio.

O número de mortos causados por incêndios urbanos e industriais é consideravelmente menor que os causados por outro tipo de acidentes, como, por exemplo, acidentes rodoviários e de trabalho. No entanto, ainda atingem um número bastante elevado (6,2 mortos/milhão no ano de 2001 [2]), o que, juntamente com os elevados custos materiais provocados pelo fogo, justifica a aposta na segurança contra incêndio em edifícios.

Um passo importante para simplificar a realização de projectos de segurança contra incêndio em edifícios deu-se no final de 2008 com o lançamento do decreto-lei nº 220/2008, de 12 de Novembro e respectiva portaria nº 1532/2008, de 29 de Dezembro, que estabelece o regime jurídico de segurança contra incêndio e as condições técnicas gerais e específicas de segurança contra incêndio em edifícios, respectivamente. Dessa forma, passou-se a encontrar num só documento toda a legislação sobre segurança contra incêndio em edifícios, para todos os tipos de edifícios, evitando o uso de vários diplomas, por vezes contraditórios entre si, desactualizados, ou com grandes lacunas, nomeadamente para alguns tipos de edifícios, o que obrigava em muitos casos ao uso de regulamentação estrangeira.

Esta dissertação tem como objectivo a recolha de informação sobre uma das formas de protecção activa contra incêndio, a detecção automática de incêndio. É um método de protecção que assume um papel muito importante, pois qualquer fogo detectado numa fase precoce pode ser controlado mais facilmente, evitando que alastre a outros compartimentos, o que minimiza danos materiais e, principalmente, reduz o risco de morte para ocupantes e bombeiros.

Os detectores de incêndio automáticos já existem desde aproximadamente o meio do século XIX, no entanto, a evolução tecnológica tem permitido o aparecimento de novos métodos de detecção, bem como a sua interligação a todo um sistema que permite automaticamente a difusão do alarme para os ocupantes no interior do edifício, o envio de alerta para as autoridades competentes e o controlo de outros equipamentos de protecção, o que torna este tema num assunto em constante evolução e justifica a sua abordagem.

1.2. ORGANIZAÇÃO

O presente trabalho encontra-se organizado em 7 capítulos, o primeiro dos quais constituído por esta introdução.

No segundo capítulo, procura-se fazer uma breve apresentação de conceitos gerais sobre incêndios, comportamento e desenvolvimento dentro de compartimentos.

No terceiro capítulo, apresenta-se a nova legislação nacional sobre segurança contra incêndio em edifícios, dando atenção ao que diz respeito à detecção automática.

No quarto capítulo descrevem-se os vários tipos de detectores disponíveis, alguns critérios de selecção e a sua localização.

No quinto capítulo aborda-se todos os restantes equipamentos, que em junção com os detectores automáticos, formam um sistema automático de detecção de incêndio.

O sexto capítulo é dedicado ao caso prático deste trabalho, onde se pretende, de forma simplificada, aplicar a informação contida nos capítulos anteriores a um edifício onde se situa uma biblioteca.

No sétimo capítulo encontra-se as conclusões da realização do trabalho e por fim em anexo encontram-se as plantas do edifício estudado no capítulo seis.

2

CONCEITOS GERAIS SOBRE INCÊNDIOS EM EDIFÍCIOS

2.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os prejuízos causados pelos incêndios são bastante elevados, resultando normalmente na perda de bens e perda ou incapacidade de vidas humanas. A principal preocupação, no que à segurança contra incêndio em edifícios diz respeito, é a protecção da vida dos ocupantes. Uma vez que é impossível evitar a 100% a deflagração de incêndios em edifícios, uma das melhores maneiras de minimizar perdas passa pela sua detecção, juntamente com o alarme para os ocupantes, alerta para os bombeiros e accionamento dos sistemas e equipamentos de segurança o mais precocemente possível. Desta forma não só a possível evacuação de ocupantes pode ser feita sem perigo, mas também as equipas de intervenção poderão actuar em melhores condições de segurança e reduz-se a possibilidade do fogo alastrar a outros compartimentos ou edifícios vizinhos. Em situações menos graves, uma detecção precoce pode também permitir a actuação rápida das pessoas presentes no edifício, evitando dessa forma que se forme um fogo de proporção significativa, uma vez que exceptuando os fogos que se iniciam através de explosões, todos os outros começam por apenas uma pequena chama que pode ser apagada facilmente.

Ao longo deste capítulo será feita uma apresentação do fenómeno do fogo, de forma a ser mais fácil entender o funcionamento dos sistemas de detecção, bem como a escolha do sistema mais adequado para cada situação.

2.2. CONCEITOS GERAIS E DEFINIÇÕES

2.2.1. COMBUSTÃO

A combustão é uma reacção química exotérmica (liberta calor), que ocorre quando se coloca em contacto na atmosfera, em determinadas condições, uma fonte de calor e um corpo combustível, ocorrendo uma modificação das propriedades físicas das substâncias e a libertação de calor.

As combustões podem ser completas ou incompletas. Quando existe comburente (oxigénio) suficiente, a combustão será completa, libertando-se o máximo de calor e pouco fumo. Se existir falta ou excesso de oxigénio, a combustão poderá ser incompleta, resultando daí produtos também combustíveis.

As combustões podem ainda ser classificadas como:

- a) **Combustão lenta:** quando a temperatura atingida pelo material que sofre a combustão não é superior a 500° e não existe emissão de luz;

- b) **Combustão viva:** onde ocorre a emissão de radiação luminosa (chama ou incandescência) e fumos mais ou menos opacos, dependendo do material combustível e da quantidade de entrada de ar no processo;
- c) **Combustão muito viva:** quando a mistura de gás combustível e ar se inflama e a combustão estende-se a todo o volume em fracções de segundo;
- d) **Combustão espontânea:** quando alguns materiais, termicamente isolados, se combinam lentamente com o oxigénio a sua temperatura aumenta, podendo iniciar a combustão. Para tal acontecer é também necessário o material estar fisicamente dividido, o material ter uma grande superfície de combustão relativamente à sua massa e existir uma grande quantidade de ar num estado calmo.

2.2.2. PROCESSOS DE COMBUSTÃO

O processo de combustão depende do tipo de substância que o sofre, ou seja, se é um sólido, um líquido inflamável ou um gás.

2.2.2.1. Sólidos

Quando um corpo sólido sofre a acção de uma fonte de calor, as reacções possíveis são:

- a) A decomposição do corpo em produtos voláteis (pirólise), que dão origem às chamas;
- b) Brasas, que emitem uma forte radiação.

2.2.2.2. Líquidos

A combustão nos líquidos só ocorre se existir a libertação de vapores, pois são estes que vão sofrer a combustão. Para haver libertação desses vapores é necessário fornecer calor ao líquido.

Existem três tipos de temperaturas ligadas ao processo de libertação de vapores combustíveis:

- a) **Temperatura de inflamação:** temperatura mínima a partir da qual uma substância líquida liberta vapores combustíveis em quantidade suficiente para formar com o ar uma mistura que, em contacto com uma fonte de calor exterior, dá origem à sua inflamação que termina quando se retira a fonte de calor. O quadro seguinte apresenta alguns exemplos de temperaturas de inflamação para diferentes líquidos, onde é possível ver que mesmo a temperaturas negativas alguns líquidos inflamam com a proximidade duma chama, enquanto outros precisam de temperaturas relativamente elevadas para o mesmo acontecer.

Quadro 1 – Temperaturas de Inflamação

Combustível	Temperatura de Inflamação (°C)
Acetona	-20
Álcool	13
Benzeno	-12
Éter	-45

Gasóleo	90
Gasolina	-40
Petróleo	40

- b) **Temperatura de combustão:** temperatura mínima a que uma substância liberta vapores combustíveis em quantidade e rapidez suficiente para formar com o ar e na presença de uma fonte de ignição uma mistura inflamável, continuando a sua combustão mesmo depois de retirada a fonte de ignição, ou seja, arde continuamente.

Quadro 2 – Temperaturas de Combustão

Combustível	Temperatura de Combustão (°C)
Fuel Oil	93
Gasóleo	104
Gasolina	-20

- c) **Temperatura de auto-ignição:** temperatura mínima a partir da qual uma substância líquida é capaz de libertar vapores combustíveis em quantidade suficiente para formar com o ar uma mistura que entra em combustão instantânea.

Quadro 3 – Temperaturas de Ignição

Combustível	Temperatura de Auto-Ignição (°C)
Acetona	603
Álcool	370
Benzeno	538
Éter	170
Fuel Oil	230
Gasóleo	330
Gasolina	277

Para que se dê a combustão do líquido é ainda necessário que ele emita vapores em quantidade tal que a percentagem da mistura formada pelo ar e pelos vapores libertados esteja dentro de determinados valores, tal como se poderá ver em seguida para os gases.

2.2.2.3. Gases

Para que se dê a inflamação de uma massa de gás inflamável é necessário fornecer-lhe uma determinada energia, normalmente pequena.

É também necessária a combinação de outras situações como a temperatura acima dum determinado valor, percentagem de oxigénio dentro de determinados valores, nalguns casos a pressão também pode influenciar e por fim, é necessário que a quantidade de combustível e de ar tenham uma certa proporcionalidade, situada entre o limite inferior de inflamabilidade e limite superior de inflamabilidade. Um dado gás misturado com ar só é inflamável se a sua percentagem, em volume, na mistura se situar entre esses limites.

Quadro 4 – Limites de inflamabilidade

Combustível	Limite Inferior de Inflamabilidade (%)	Limite Superior de Inflamabilidade (%)
Acetileno	1,5	82
Acetona	2,5	13
Álcool etílico	3,5	15
Amoníaco	15	28
Benzina	0,7	8
Butano	1,5	8,5
Gás sulfídrico	4,3	45,5
Hidrogénio	4	75,6
Metano (gás natural)	5	15
Propano	2,1	9,5

2.2.3. PRODUTOS RESULTANTES DA COMBUSTÃO

Os produtos que normalmente resultam de uma combustão são:

- a) Calor
- b) Chama
- c) Gases de pirólise
- d) Óxidos
- e) Fumos (partículas de carbono que não sofreram combustão e outras em suspensão)
- f) Cinzas (substâncias minerais)

Os combustíveis mais frequentes contêm carbono. Nesta situação, a combustão no ar, com ou sem chama, resulta da combinação do carbono com o oxigénio, donde resultam óxidos diversos.

Quando existe oxigénio suficiente e a combustão é completa, formam-se essencialmente anidrido carbónico e água. Se não existe oxigénio suficiente, a combustão é incompleta e forma-se monóxido de carbono, que é um gás tóxico.

Muitos dos combustíveis sólidos contêm substâncias minerais que não sofrem combustão e que se depositam sob a forma de cinzas.

2.2.4. TOXICIDADE DOS GASES DA COMBUSTÃO

Durante uma combustão libertam-se vários gases, dos quais os mais perigosos são:

- a) Monóxido de carbono (CO)
- b) Dióxido de carbono (CO₂)
- c) Ácido cianídrico (HCN)
- d) Acido clorídrico (HCl)
- e) Dióxido de enxofre (SO₂)

Quanto maior a temperatura, maior o poder tóxico do monóxido de carbono e do dióxido de carbono.

2.2.4.1. Monóxido de carbono (CO)

O monóxido de carbono é um gás asfixiante, que se combina com a hemoglobina, impedindo dessa forma o transporte de oxigénio aos diferentes tecidos.

No quadro seguinte apresentam-se alguns valores de concentração de CO (em partes por milhão) e os seus efeitos, que podem variar consoante com o estado geral da pessoa afectada.

Quadro 5 – Efeitos do monóxido de carbono em função da concentração e duração de exposição

Concentração De CO (ppm)	Duração da Exposição	Efeitos
50	8 h	Nenhuns
200	2 h	Ligeiros
1000	1 h	Graves (síncope)
10000	1 min	Morte rápida

2.2.4.2. Dióxido de carbono (CO₂)

O CO₂, apesar de se encontrar na atmosfera, numa concentração de 300 ppm, é também um gás tóxico quando atinge determinadas concentrações.

Quadro 6 – Efeitos do dióxido de carbono em função da concentração e duração de exposição

Concentração De CO ₂ (%)	Duração da Exposição	Efeitos
0,5 a 7	-	Aumento do ritmo respiratório
10 a 12	Alguns minutos	Morte

2.2.4.3. Ácido cianídrico (HCN)

A presença deste gás pode ser extremamente perigosa para as pessoas que respirem a atmosfera onde ele se encontre em concentrações elevadas. Um ambiente em que a concentração de HCN seja igual ou superior a 300 mg por m³ representa perigo de morte rápida.

2.2.4.4. Ácido clorídrico (HCl)

O ácido clorídrico resulta da combustão de materiais plásticos, como por exemplo, o PVC, devido ao cloro que entra na sua composição. Uma concentração elevada deste ácido apresenta um perigo de morte rápida.

Quadro 7 – Efeitos do ácido clorídrico em função da concentração e duração de exposição

Concentração De HCl (ppm)	Duração da Exposição	Efeitos
1 a 5	8 h	Nenhuns
5 a 10	2 h	Ligeiros
35	1 h	Graves
10000	1 min	Morte rápida

2.2.4.5. Dióxido de enxofre (SO₂)

A presença deste gás só poderá apresentar perigo para as pessoas, se existir em concentrações da ordem dos 400 a 500 ppm, para exposições da ordem dos 30 minutos.

2.3. ACÇÃO DO FOGO

2.3.1. PROPAGAÇÃO DO CALOR

Os três modos de transmissão de calor são a condução, a convecção e a radiação.

As trocas de calor são estabelecidas por condução no seio das paredes e dos materiais sólidos que não sofreram combustão, por convecção dos gases quentes sobre as paredes e tectos e por radiação das chamas e dos fumos sobre os elementos visíveis (figura 1).

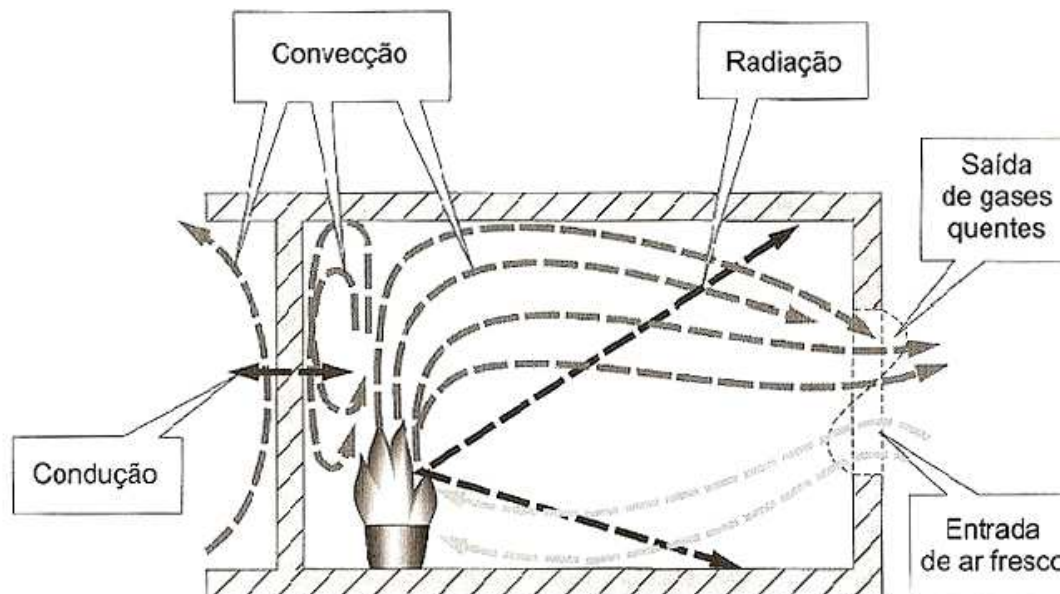


Fig.1 – Processos de transmissão de calor [1]

2.3.1.1. Condução

É o processo de transmissão de calor nos sólidos e nos fluidos em repouso, verificando-se a propagação do calor por contacto ou por aquecimento, das partes quentes para as partes mais frias, sem que haja transporte de matéria. Esta transferência de calor é mais notória quanto melhor condutor for o material, como por exemplo, os metais. É um processo que se rege pela lei de Fourier. No caso unidimensional, se for admitida nula a produção interna de calor, a expressão da condução é dada pela equação (1).

$$\dot{h}_c = -k \cdot \frac{d\theta(x)}{dx} \quad [W / m^2] \quad (1)$$

Onde,

\dot{h}_c - Densidade de fluxo de calor no interior do corpo [W/m²]

k – Coeficiente de condutibilidade térmica [W/m°C]

θ - Temperatura no interior do elemento [°C]

x – Coordenada de posição [m]

2.3.1.2. Convecção

A convecção verifica-se quando os fluidos se movimentam e transportam com elas o calor que receberam, seja por contacto com partes fixas mais quentes, seja ainda no seu próprio seio, devido a uma dissipação interna (reação química).

A convecção depende bastante da geometria do compartimento, da natureza do escoamento (natural ou forçado) e das propriedades termodinâmicas dos gases. Quando o movimento do fluido é devido a uma reação mecânica exterior, diz-se que a convecção é forçada. Quando são os próprios efeitos térmicos que provocam o movimento do fluido, diz-se que a convecção é natural.

O fenómeno da convecção ocorre quando existe um campo de inércia e surge uma diferença de massa volúmica entre partículas fluidas quentes e frias.

2.3.1.3. Radiação

Segundo as leis da termodinâmica, o calor à superfície de um corpo é transformado em radiação electromagnética que se propaga no vazio.

Esta radiação é análoga à da luz visível, mas com comprimento de onda superior, situando-se no domínio dos infravermelhos. Desta forma, ao atingir a superfície de um outro meio, uma parte é reflectida, outra transmitida e outra absorvida, degradando-se em calor. Tem-se assim uma transferência de calor de um corpo para outro sob a forma de radiação electromagnética.

À transformação de calor em radiação dá-se o nome de emissão e ao processo de transformação de radiação em calor chama-se absorção. São dois fenómenos independentes um do outro, todo o corpo que emite radiação é susceptível de absorver uma radiação da mesma composição espectral.

2.3.2.FASES DO DESENVOLVIMENTO DO INCÊNDIO NUM COMPARTIMENTO

2.3.2.1. Condições para que ocorra um incêndio

Um incêndio é uma combustão, portanto um fenómeno de oxidação rápida, caracterizado pelo aparecimento, manutenção e propagação da chama, libertação de calor, emissão de gases e de fumos.

Durante este processo energético, dá-se a pirólise do material combustível, com a libertação de gases também combustíveis, verificando-se, entre outras, as seguintes ocorrências:

- a) Consumo de oxigénio
- b) Produção de vapor de água, dióxido e monóxido de carbono
- c) Formação de diversos produtos a partir do carbono, oxigénio e hidrogénio, principais constituintes dos materiais tradicionais

Para a ocorrência de um incêndio é necessária a existência simultânea de três factores no mesmo espaço: combustível (todos os corpos que são susceptíveis de arder tal como madeira, papel, plásticos, gasolina, gás, etc), comburente (no caso de incêndios em edifícios, é o oxigénio) e uma fonte de calor que forneça a energia de activação. A junção desses três elementos forma o chamado triângulo do fogo. Tal como já referido anteriormente, para além da presença simultânea dos três factores, é necessária, na fase gasosa, a mistura em determinadas proporções entre combustível e comburente.

A fonte de calor, que pode ser, por exemplo, uma ponta de cigarro, um curto-circuito, uma faísca, entre outras, fornece a energia de activação que vai provocar a alteração do nível térmico do combustível, que é diferente de elemento para elemento. Assim, quando a temperatura de um determinado material combustível sólido, atinge um certo valor, ocorre a pirólise desse material, isto é, o material, por acção do calor, começa a emitir gases de decomposição que são combustíveis.

Uma vez atingida essa temperatura, a reacção desenvolve-se em cadeia com a continuidade da combustão. Surge então um quarto elemento, a reacção em cadeia, que juntado aos outros três factores, forma o tetraedro do fogo.

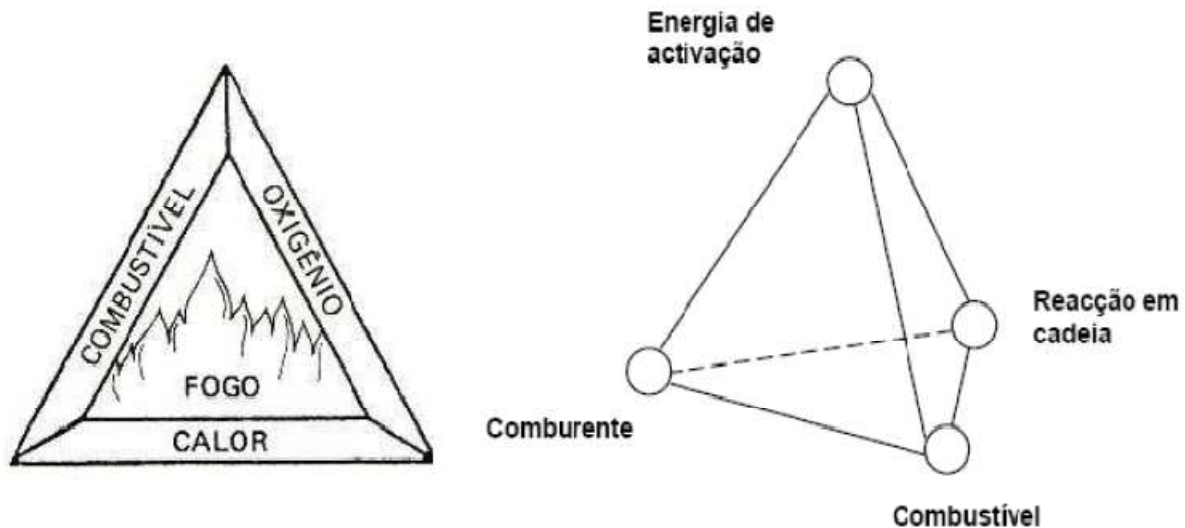


Fig.2 – Triângulo e tetraedro do fogo

2.3.2.2. Desenvolvimento de um incêndio

O progresso de um incêndio num edifício pode ser descrito pelas seguintes fases:

- a) Ignição
- b) Propagação
- c) Inflamação generalizada (*flashover*)
- d) Desenvolvimento pleno
- e) Declínio ou fase de extinção

As condições para que possa dar-se início à ignição são as que já foram indicadas no ponto anterior.

Na fase seguinte à ignição, o fogo começa por se desenvolver em função do combustível existente no local, libertando calor, que provoca o aumento da temperatura no espaço interior o que pode levar à ignição de outros materiais combustíveis que ainda não estejam envolvidos no incêndio.

Para o fogo se desenvolver para a fase de propagação e desenvolvimento pleno é necessária a presença de oxigénio suficiente, sob alguma forma de ventilação. Na fase de propagação, a energia térmica é transferida por radiação ou por contacto directo, ocorrendo então o fenómeno conhecido por *flashover* que se caracteriza por uma inflamação súbita dos gases e a generalização do fogo a todo o compartimento. Este acontecimento ocorre geralmente para temperaturas entre os 450° e os 600° e a partir desse instante dá-se um grande aumento da temperatura.

Na fase de desenvolvimento pleno (fogo em regime estacionário), dá-se a queima do material combustível, verificando-se frequentemente que, devido às elevadas temperaturas existentes, a quantidade de material combustível que sofre pirólise é superior à que pode ser consumida com o oxigénio existente no compartimento. Nesta situação, diz-se que o incêndio é controlado pela ventilação, sendo esta a situação mais frequente nesta fase. Os gases quentes, a que se juntam outros produtos resultantes da combustão, acabam por ser expulsos para o exterior, verificando-se a sua inflamação devido à presença de mais comburente. Nesta fase, verifica-se ainda um aumento significativo do valor das concentrações de monóxido e dióxido de carbono.

É também durante esta fase que a construção fica sujeita às mais altas temperaturas, podendo ser superiores a 1000 °C para grandes incêndios. No entanto, essa temperatura não é uniforme no interior dum compartimento, sendo superior junto ao tecto e inferior junto ao pavimento e zonas inferiores das paredes. Isto acontece devido ao acumular, na parte superior do compartimento, dos gases quentes produzidos durante o incêndio e também devido às chamas, que normalmente se alongam em direcção ao tecto.

Por fim, durante a fase de declínio, ocorre o consumo do resto do combustível ainda existente, levando ao decréscimo da quantidade de calor libertada.

No entanto, nem todos os fogos passam por todas estas fases. Se forem detectados ainda numa fase inicial, permitem a intervenção de bombeiros ou sistemas de extinção automática antes de atingir o *flashover*. Existem ainda outras circunstâncias, inerentes ao local onde se desenvolve o fogo, como por exemplo a insuficiência de comburente, que podem originar o fim do incêndio antes de atingir a inflamação generalizada.

Na figura 3 representa-se graficamente o desenvolvimento teórico da temperatura durante um incêndio, bem como durante cada fase.

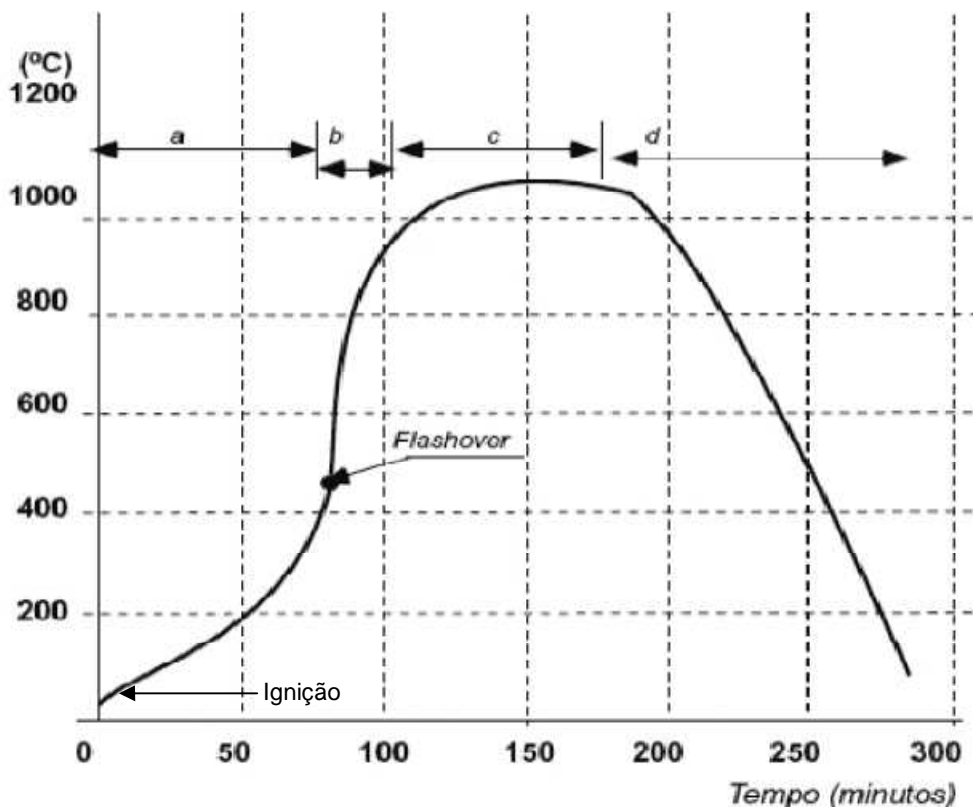


Fig.3 – fases de desenvolvimento de um incêndio; a - fase de propagação, b – fase de inflamação generalizada, c – fase de desenvolvimento pleno, d – fase de declínio [3]

2.3.3.DENSIDADE DE CARGA DE INCÊNDIO MODIFICADA DE UM COMPARTIMENTO

O conteúdo de um edifício, nomeadamente o material combustível existente e a forma como se apresenta, tem uma importância fundamental no desenvolvimento do incêndio. Esse conteúdo pode ser traduzido através do conceito de densidade de carga de incêndio.

A carga de incêndio no interior de um compartimento de incêndio é definida como a quantidade total de calor Q libertada pela combustão completa de todo o material combustível nele contido, incluindo mobiliário, revestimentos de paredes, pavimentos ou tecto, bem como a estrutura resistente e não resistente. Quando se divide Q por uma área de referência obtém-se uma densidade de carga de incêndio.

A nova regulamentação, à semelhança da de outros países, afecta à densidade de carga de incêndio coeficientes referentes ao grau de perigosidade e ao índice de activação dos combustíveis, dando origem à densidade de carga de incêndio modificada.

O Despacho número 2074/2009 define os critérios técnicos para a determinação da densidade de carga de incêndio modificada.

A densidade de carga de incêndio modificada pode ser determinada de duas formas distintas:

- Cálculo determinístico, quando se sabe previamente a quantidade e o tipo de materiais existentes no compartimento em causa.
- Cálculo probabilístico, baseado em resultados estatísticos do tipo de actividade exercida no compartimento em causa.

2.3.3.1. Cálculo determinístico

A densidade de carga de incêndio modificada (q_s), em MJ/m² de cada compartimento afecto às utilizações-tipo XI e XII (ver capítulo 3), é calculada de acordo com a seguinte fórmula:

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

Onde,

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

H_i - poder calorífico interior, em MJ/kg, do constituinte combustível (i), definido no quadro I do despacho 2074/2009

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

R_{ai} – coeficiente adimensional de activação do constituinte combustível (i), definido no artigo 7º do despacho (assume os valores 3,0 1,5 e 1,0 consoante o risco de activação relativo à actividade seja alto, médio ou baixo respectivamente)

N_c – número de constituintes combustíveis presentes no compartimento

S – área útil do compartimento corta-fogo em m²

2.3.3.2. Cálculo probabilístico

Para as actividades inerentes às utilizações-tipo XI e XII, excepto armazenamento, a densidade de carga de incêndio pode ser calculada da seguinte forma:

$$q_s = \frac{\sum_{i=1}^{N_a} q_{si} S_i C_i R_{ai}}{\sum_{i=1}^{N_a} S_i} \quad [\text{MJ/m}^2] \quad (3)$$

Onde,

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

S_i – área afectada à zona de actividade (i), em m²

C_i – coeficiente adimensional de combustibilidade do constituinte combustível de maior risco de combustibilidade presente na zona de actividade (i), definido no artigo 6º do referido despacho

R_{ai} – coeficiente adimensional de activação do constituinte combustível (i), 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:

$$q_s = \frac{\sum_{i=1}^{N_{ar}} q_{vi} h_i S_i C_i R_{ai}}{\sum_{i=1}^{N_{ar}} S_i} \quad [\text{MJ/m}^2] \quad (4)$$

Onde,

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

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

S_i – área afectada 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

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

N_{ar} – número de zonas de armazenamento distintas

2.3.3.3. Totalidade da utilização-tipo

Por fim, a densidade de carga de incêndio modificada (q), da totalidade dos compartimentos corta-fogo das utilizações-tipo XI e XII é calculada da seguinte forma:

$$q = \frac{\sum_{k=1}^N q_{sk} S_k}{\sum_{k=1}^N S_k} \quad [\text{MJ}/\text{m}^2] \quad (5)$$

Onde,

q_{sk} – densidade de carga de incêndio modificada, em MJ/m^2 , de cada compartimento corta-fogo (k), calculada como mostrado em 2.3.3.1 e 2.3.3.2

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

N – número de compartimentos corta-fogo

2.3.4. CURVAS NOMINAIS TEMPERATURA-TEMPO

Devido à grande dificuldade em simular um incêndio real num compartimento foram definidos modelos normalizados de curvas tipo da temperatura no interior do compartimento em função do tempo. Estes modelos foram determinados resolvendo a equação de balanço de energia para o compartimento.

A curva adoptada para definir o processo térmico normalizado a que são sujeitos os elementos de construção em termos dos ensaios é a curva ISO 834. Esta curva, que pretende traduzir a evolução do incêndio real para efeitos de estudos de resistência ao fogo, é obtida a partir da seguinte expressão:

$$\theta_g = 20 + 345 \log_{10}(8t + 1) \quad [^\circ\text{C}] \quad (6)$$

Onde,

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

t – tempo, em minutos

A curva de incêndio padrão ISO 834 representa um incêndio num edifício tipo onde a carga de incêndio provém de madeira, papel, tecido, etc.

A figura 4 mostra o desenvolvimento desta curva, onde se pode verificar que não possui fase de propagação nem de declínio. A temperatura cresce monotonamente ao passo que num incêndio real esta diminui quando a maioria dos materiais combustíveis tiver sido consumida, no entanto, a

experiência mostra que existe uma boa equivalência entre esta curva e os efeitos dum incêndio real no que diz respeito a exigências de resistência ao fogo.

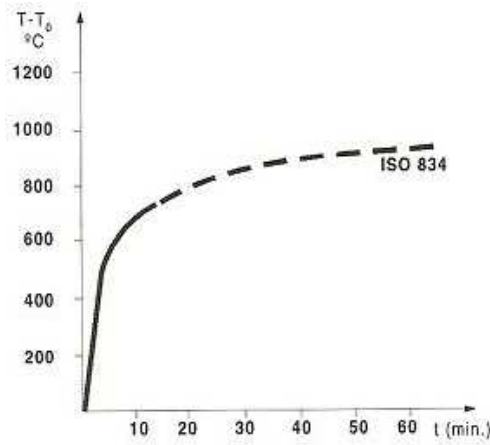


Fig.4 – Curva de incêndio padrão ISO 834 [1]

Para além da curva de incêndio padrão, existem ainda mais duas curvas nominais definidas no Eurocódigo 1:

- Curva de incêndio para elementos exteriores

$$\theta_g = 660(1 - 0,687e^{-0,32t} - 0,313e^{-3,8t}) + 20 \text{ [}^\circ\text{C]} \quad (7)$$

- Curva de incêndio de hidrocarbonetos

$$\theta_g = 1080(1 - 0,325e^{-0,167t} - 0,675e^{-2,5t}) + 20 \text{ [}^\circ\text{C]} \quad (8)$$

A figura seguinte mostra o desenvolvimento das três curvas, onde se pode observar que a curva para elementos exteriores é a menos severa. A curva de incêndio de hidrocarbonetos é a mais severa e foi desenvolvida para representar incêndios em indústrias petroquímicas.

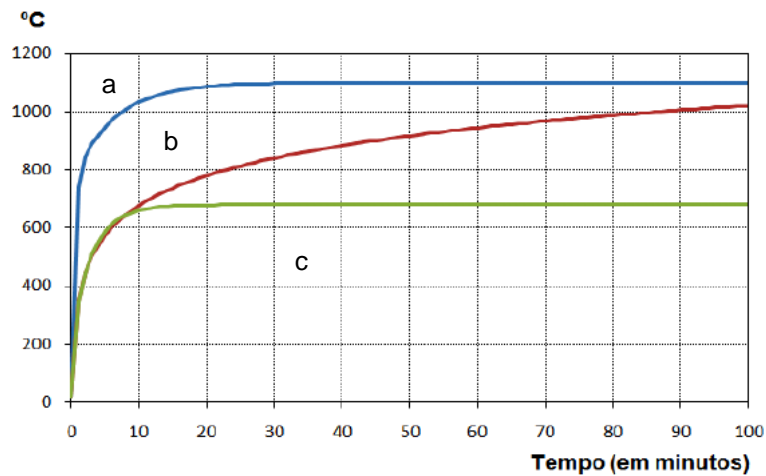


Fig.5 – curvas nominais de incêndio: a – curva de hidrocarbonetos; b – curva de incêndio padrão; c – curva de incêndio para elementos exteriores [2]

3

LEGISLAÇÃO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS

3.1. DECRETO-LEI 220/2008

O Decreto-Lei 220/2008, de 12 de Novembro, estabelece o regime jurídico da segurança contra incêndios em edifícios (RG-SCIE) e engloba as disposições regulamentares de segurança contra incêndio aplicáveis a todos os edifícios e recintos, distribuídos por 12 utilizações-tipo (UT), sendo cada uma delas estratificada por quatro categorias de risco de incêndio. São considerados não apenas os edifícios de utilização exclusiva, mas também os edifícios de ocupação mista.

A execução deste regulamento foi facilitada pela criação do Serviço Nacional de Bombeiros e Protecção Civil e posterior mudança para Autoridade Nacional de Protecção Civil (ANPC), autoridade com atribuições na área de segurança contra incêndio em edifícios, com competência para propor as medidas legislativas e regulamentares, o que facilitou a edificação e estruturação de forma lógica, rigorosa e acessível do projecto que veio a ser adaptado para regulamento geral. Dessa forma, resolveu-se o principal problema que existia na anterior legislação sobre segurança contra incêndio em edifícios, que se encontrava dispersa por um número excessivo de diplomas, por vezes contraditórios e difíceis de compreender, o que colocava em risco a sua eficácia. Outro dos problemas resolvidos nesta nova legislação é a inclusão de um conjunto elevado de edifícios deixados de fora por anteriores legislações, tais como instalações industriais, armazéns, lares de idosos, museus, bibliotecas, arquivos e locais de culto.

Aproveitou-se também para adoptar, no novo regime jurídico, o conteúdo das Decisões da Comissão das Comunidades Europeias nos 2000/367/CE e 2003/629/CE respeitantes ao sistema de classificação da resistência ao fogo, bem como nos 2000/147/CE e 2003/632/CE relativas à classificação da reacção ao fogo de produtos de construção.

As soluções contidas no novo regime jurídico não deverão significar um aumento de custo significativo na construção, uma vez que muitas dessas soluções já são adoptadas na execução de projectos e na construção dos edifícios que se encontravam sem legislação própria de segurança contra incêndio. Tal deve-se a exigências de companhias de seguros ou decisões do dono de obra e

projectistas, que levavam ao recurso a regulamentação estrangeira, bem como a analogia com a anterior regulamentação nacional.

Estão sujeitos ao regime de segurança contra incêndio todos os edifícios, ou suas fracções autónomas, qualquer que seja a utilização e respectiva envolvente, com excepção dos estabelecimentos prisionais e os espaços classificados de acesso restrito das instalações de forças armadas ou de segurança.

O decreto-lei 220/2008 tem como os princípios gerais reduzir a probabilidade de ocorrência de incêndios; limitar o desenvolvimento de eventuais incêndios, circunscrevendo e minimizando os seus efeitos, nomeadamente a propagação do fumo e gases da combustão; facilitar a evacuação e o salvamento dos ocupantes em risco; permitir a intervenção eficaz e segura dos meios de socorro.

3.1.1. UTILIZAÇÕES-TIPO

Tal como referido anteriormente, os edifícios e recintos encontram-se divididos em 12 utilizações tipo, que se encontram descritas no artigo 8º do decreto-lei:

- a) Tipo I – Habitacionais – edifícios ou partes de edifícios destinados a habitação unifamiliar ou multifamiliar, incluindo os espaços comuns de acesso a áreas não residenciais reservadas ao uso exclusivo dos residentes;
- b) Tipo II – Estacionamentos – edifícios ou partes de edifícios destinados exclusivamente à recolha de veículos e seus reboques, fora da via pública, ou recintos delimitados ao ar livre, para o mesmo fim;
- c) Tipo III – Administrativos – edifícios ou partes de edifícios onde se desenvolvem actividades administrativas, de atendimento ao público ou de serviços;
- d) Tipo IV – Escolares – edifícios ou partes de edifícios recebendo público, onde se ministrem acções de educação, ensino e formação ou exerçam actividades lúdicas ou educativas para crianças e jovens, podendo ou não incluir espaços de repouso ou de dormida afectos aos participantes nessas acções e actividades;
- e) Tipo V – Hospitalares e lares de idosos – edifícios ou partes de edifícios recebendo público, destinados à execução de acções de diagnóstico ou à prestação de cuidados na área da saúde, com ou sem internamento, ao apoio a pessoas idosas ou com condicionalismos decorrentes de factores de natureza física ou psíquica, ou onde se desenvolvam actividades dedicadas a essas pessoas;
- f) Tipo VI – Espectáculos e reuniões públicas – edifícios ou partes de edifícios, recintos itinerantes ou provisórios e ao ar livre que recebam público, destinados a espectáculos, reuniões públicas, exposições de meios audiovisuais, bailes, jogos, conferências, palestras, culto religioso e exposições, podendo ser, ou não, polivalentes e desenvolver as actividades referidas em regime não permanente;
- g) Tipo VII – Hoteleiros e restauração – edifícios ou partes de edifícios recebendo público, fornecendo alojamento temporário ou exercendo actividades de restauração e bebidas, em regime de ocupação exclusiva, ou não, com excepção dos parques de campismo e caravanismo que são considerados espaços de utilização-tipo IX;
- h) Tipo VIII – Comerciais e gares de transporte – edifícios ou partes de edifícios recebendo público, ocupados por estabelecimentos comerciais onde se exponham e vendam materiais, produtos, equipamentos ou outros bens, destinados a ser consumidos no exterior desse estabelecimento, ou ocupados por gares destinadas a aceder a meios de transporte rodoviário,

- ferroviário, marítimo, fluvial ou aéreo, incluindo gares intermodais, com excepção das plataformas de embarque ao ar livre;
- i) Tipo IX – Desportivos e de lazer – edifícios, partes de edifícios e recintos, recebendo ou não público, destinados a actividades desportivas e de lazer;
 - j) Tipo X – Museus e galerias de arte – edifícios e partes de edifícios, recebendo ou não público, destinadas à exibição de peças do património histórico e cultural ou a actividades de exibição, demonstração e divulgação de carácter científico, cultural ou técnico;
 - k) Tipo XI – Bibliotecas e arquivos – edifícios ou partes de edifícios, recebendo ou não público, destinados a arquivo documental, podendo disponibilizar os documentos para consulta ou visualização no próprio local ou não;
 - l) Tipo XII – Industriais, oficinas e armazéns – edifícios, partes de edifícios ou recintos ao ar livre, não recebendo habitualmente público, destinados ao exercício de actividades industriais ou ao armazenamento de materiais, substâncias, produtos ou equipamentos, oficinas de reparação e todos os serviços auxiliares ou complementares destas actividades.

3.1.2. CLASSIFICAÇÃO DOS LOCAIS DE RISCO

De acordo com o artigo 10º, todos os locais dos edifícios e dos recintos, com excepção dos espaços interiores de cada fogo e das vias horizontais e verticais de evacuação, são classificados, de acordo com a natureza do risco, em 6 categorias diferentes:

- a) Local de risco A – local que não apresenta riscos especiais, no qual se verifiquem simultaneamente as seguintes condições:
 - i. O efectivo não exceda 100 pessoas;
 - ii. O efectivo de público não exceda 50 pessoas;
 - iii. Mais de 90% dos ocupantes não se encontrem limitados na mobilidade ou nas capacidades de percepção e reacção a um alarme;
 - iv. As actividades nele exercidas ou os produtos, materiais e equipamento que contém não envolvam riscos agravados de incêndio.
- b) Local de risco B – local acessível ao público ou ao pessoal afecto ao estabelecimento, com um efectivo superior a 100 pessoas ou um efectivo de público superior a 50 pessoas, no qual se verifiquem simultaneamente as seguintes condições:
 - i. Mais de 90% dos ocupantes não se encontrem limitados na mobilidade ou nas capacidades de percepção e reacção a um alarme;
 - ii. As actividades nele exercidas ou os produtos, materiais e equipamento que contém não envolvam riscos agravados de incêndio;
- c) Local de risco C – local que apresenta riscos agravados de eclosão e de desenvolvimento de incêndio devido a actividades, equipamentos ou materiais nele existentes, designadamente à carga de incêndio;
- d) Local de risco D – local de um estabelecimento com permanência de pessoas de mobilidade ou percepção reduzidas tais como idosos, acamados, crianças com idade não superior a 6 anos;
- e) Local de risco E – local de dormida, em que as pessoas não apresentem as limitações indicadas nos locais de risco D;

- f) Local de risco F – local que possua meios e sistemas essenciais à continuidade de actividades sociais relevantes.

3.1.3. CATEGORIAS E FACTORES DE RISCO

No artigo 12º define-se a classificação dos edifícios e recintos de cada utilização-tipo em 4 categorias de risco de incêndio: 1ª, 2ª, 3ª e 4ª categoria, que são, respectivamente, risco reduzido, risco moderado, risco elevado e risco muito elevado. Essa classificação é feita de acordo com o estipulado nos quadros I a IX do anexo III do decreto-lei, sendo de realçar que apesar de nesses quadros serem apresentadas as condições para a 4ª categoria de risco, o mais correcto será considerar da 4ª categoria sempre que um dos critérios para ser da 3ª categoria seja ultrapassado. A tabela seguinte apresenta de forma resumida quais os factores de classificação que intervêm para a definição da categoria de risco para cada utilização-tipo.

Quadro 8 – Factores de classificação de risco de incêndio das utilizações-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 tipo D ou E				+	+		+		+			
Área bruta		+										
Número de pisos abaixo do plano de referência	+	+				+		+	+		+	+
Espaço coberto ou ao ar livre		+				+			+			+
Saída independente de locais do tipo D ou E				+	+		+					
Densidade de carga de incêndio modificada											+	+

É possível observar-se que exceptuando a densidade de carga de incêndio modificada (já abordada no capítulo anterior) e o efectivo, todos os outros factores que influenciam a categoria de risco são relacionados com a arquitectura do local.

3.1.4. EFECTIVO

Um dos factores que influencia a classificação dos factores de risco, bem como a categoria de risco, é o efectivo. O efectivo é o número máximo estimado de pessoas que pode ocupar em simultâneo um dado espaço de um edifício ou recinto.

O efectivo não se encontra definido no decreto-lei, mas sim na portaria nº 1532/2008, no entanto, para melhor compreender o Quadro 8, tem mais lógica incluir o seu modo de cálculo neste subcapítulo.

No artigo 51º da referida portaria encontram-se as regras para o cálculo do efectivo em edifícios e recintos, de onde se realçam os seguintes aspectos:

- O efectivo dos edifícios e recintos é o somatório dos efectivos de todos os seus espaços susceptíveis de ocupação;

- O cálculo de efectivo de cada espaço é feito:
 - a) Com base na capacidade instalada dos diferentes espaços – salas com lugares fixos (conferências, ensino, espectáculos, etc), locais de dormida (segundo o número de camas), etc;
 - b) Com base nos índices de ocupação dos diferentes espaços, medidos em pessoas por metro quadrado, em função da sua finalidade e reportados à área útil (índices tabelados no quadro XXVII, do artigo 51º da portaria 1532/2008);
 - c) Com base nos índices de ocupação dos diferentes espaços, medidos em pessoas por metro linear (de banco, bancada, frente), em função da sua finalidade (índices tabelados no quadro XXVIII, do artigo 51º da portaria 1532/2008).
- O efectivo de crianças com idade não superior a três anos ou de pessoas limitadas na mobilidade ou nas capacidades de percepção e reacção a um alarme deve ser corrigido pelo factor 1,3;
- 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 tabelados, o seu efectivo deve ser o correspondente a esse índice;
- 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.

3.2. PORTARIA Nº 1532/2008 – EXIGÊNCIAS REGULAMENTARES

O artigo 15º do DL 220/2008 determina que as condições técnicas gerais e específicas de segurança contra incêndio em edifícios (condições exteriores comuns; condições de comportamento ao fogo, isolamento e protecção; condições de evacuação; condições das instalações técnicas; condições dos equipamentos e sistemas de segurança; condições de autoprotecção) sejam regulamentadas por portaria do membro do Governo responsável pela área da protecção civil. A portaria 1532/2008, de 29 de Dezembro, com entrada em vigor a 1 de Janeiro de 2009, deu resposta a essa imposição, contendo as disposições técnicas de segurança contra incêndio em edifícios, graduadas em função do risco de incêndio dos edifícios e recintos, classificados em 12 utilizações tipo e 4 categorias de risco.

3.2.1. DETECÇÃO ALARME E ALERTA

No que a este trabalho diz respeito, importa realçar o Capítulo III (Detecção, alarme e alerta) do Título VI do RG-SCIE.

O artigo 117º define que um sistema automático de detecção de incêndio (SADI) é constituído, na sua versão mais completa, por:

- a) Botões de alarme manual;
- b) Detectores de incêndio;
- c) Centrais e quadros de sinalização e comando (CDI);

- d) Sinalizadores de alarme restrito (besouros e ou lâmpadas);
- e) Difusores de alarme geral (sirenes e ou lâmpadas rotativas);
- f) Transmissores automáticos de alarme à distância;
- g) Telefones para transmissão manual do alarme;
- h) Dispositivos para comando de outros equipamentos e sistemas de segurança;
- i) Fontes locais de energia de emergência (baterias).

O artigo 118º define o princípio de funcionamento das instalações de um SADI, nomeadamente para edifícios com e sem meios humanos para explorar uma situação de alarme.

O artigo 125º estabelece as 3 configurações possíveis para as instalações de alarme:

Quadro 9 - configurações das instalações de alarme

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

Verifica-se que o tipo 1 é constituído por uma rede de botões de alarme e acústicos. O tipo 3 baseia-se em protecção total, CDI temporizável e comandos.

Os artigos 126º a 129º definem qual a configuração aplicável para cada uma das 12 utilizações-tipo e para cada categoria de risco:

Quadro 10 - Configurações aplicáveis a cada UT

UT	Categoria de risco	Configuração			Obs.
		1	2	3	
I - Habitacionais	1ª ou 2ª				
	3ª ou 4ª		x		(a)
II - Estacionamentos	1ª a 4ª			x	(b)
III - Administrativos	1ª	x			
	2ª, 3ª ou 4ª			x	
IV - Escolares	1ª			x	(c)
	2ª, 3ª ou 4ª			x	
V - Hospitalares e Lares de Idosos	1ª			x	(c)
	2ª, 3ª ou 4ª			x	

VI - Espectáculos e Reuniões Públicas	1ª	x			(c)
	2ª, 3ª ou 4ª			x	
VII - Hoteleiros e Restauração	1ª			x	(c)
	2ª, 3ª ou 4ª			x	
VIII - Comerciais e Gares de Transportes	1ª			x	
	2ª, 3ª ou 4ª			x	
IX - Desportivos e de Lazer	1ª	x			
	2ª, 3ª ou 4ª			x	
X - Museus e Galerias de Arte	1ª	x			
	2ª, 3ª ou 4ª			x	
XI - Bibliotecas e Arquivos	1ª			x	(c)
	2ª, 3ª ou 4ª			x	
XII - Industriais, Oficinas e Armazéns	1ª			x	(c)
	2ª, 3ª ou 4ª			x	

Observações:

- (a) – Isentos os fogos de habitação
- (b) – Quando inserido num edifício isento de obrigação de alarme, pode ser configuração 2
- Isentos em parques automáticos, se houver desenfumagem passiva
- (c) – Quando exclusivamente acima do solo, pode ser configuração 2

No artigo 130º define-se as configurações nos edifícios de utilização mista:

- Não havendo comunicações interiores comuns aplica-se a cada UT a configuração respectiva como se fosse exclusiva;
- Havendo comunicações interiores comuns a UT's (com excepção da I e II) da 2ª, 3ª e 4ª categoria de risco, os SADI devem ter configuração 3, ligados a um quadro de sinalização que centralize todas as informações, localizado no posto de segurança;
- Num edifício que inclua a UT I, com comunicações comuns com as outras UT, estas devem ter um SADI pelo menos da configuração 2, com alarme sonoro na caixa de escada; caso esta seja enclausurada deve haver um difusor de alarme em cada patamar de acesso aos fogos.

O artigo 131º estabelece que os locais de risco C e F, independentemente da sua localização e da utilização-tipo onde se inserem, devem possuir, no mínimo, um sistema de alarme da configuração 2.

Por fim, o artigo 132º define o tipo de protecção a usar em pavimentos e tectos falsos. Para espaços confinados com tectos falsos com mais de 0,8 m de altura ou por pavimentos sobrelevados em mais de 0,2 m, por onde passem cablagens ou existam equipamentos ou condutas susceptíveis de causar ou propagar incêndios ou fumo, devem possuir detecção automática de incêndios.

4

DETECTORES AUTOMÁTICOS

4.1. INTRODUÇÃO

O fogo produz uma variedade de mudanças ambientais chamadas de “assinaturas de incêndio”, que permitem a detecção da sua presença. Os seres humanos, quando podem usar de forma eficiente os sentidos do cheiro e da vista, são ótimos detectores de incêndio. No entanto, esses sentidos podem encontrar-se limitados por sono, incapacidade, doença, distração e principalmente por ausência do local onde se inicia o fogo, evitando que dessa forma se detecte o incêndio em tempo útil. Dessa forma, desde de meio do século XIX, vários dispositivos mecânicos, eléctricos e electrónicos foram desenvolvidos com o intuito de substituir os sentidos humanos na detecção das mudanças causadas pelo fogo. A construção de detectores fiáveis é dificultada por vários factores:

- a) Diferentes tipos de fogos podem ter assinaturas completamente diferentes, por exemplo, alguns materiais ardem intensamente praticamente sem produzir fumo, enquanto fogos latentes não têm chama visível e geralmente produzem pouco calor;
- b) De forma a evitar falsos alarmes, as grandezas que se encontram a ser monitorizadas pelos detectores, não só têm de chegar até ao detector, mas também é necessário impor um limiar e/ou uma taxa de variação antes de dar o alarme. Mesmo assim, é possível acontecerem mudanças nos compartimentos protegidos pela detecção automática que imitem as condições de incêndio, levando a falsos alarmes;
- c) A distância atrasa substancialmente a detecção, pois as mudanças causadas pelo fogo sentem-se menos à medida que a distância aumenta. Dessa forma, um incêndio que comece num compartimento sem detectores poderá só ser detectado, pelo detector mais próximo, tarde demais.

Tal como referido no segundo capítulo, alguns dos produtos resultantes dum fogo são gases, fumos, luz (chama) e calor. São esses produtos libertados por um incêndio durante a sua evolução que vão excitar os detectores automáticos.

O primeiro produto a fazer-se sentir é o chamado gás da combustão, que resulta da combustão incompleta dos materiais sólidos e é constituído por aerossóis ou partículas muito finas em suspensão no ar (essencialmente matérias orgânicas não queimadas e vapor de água), transmitindo assim o odor característico da queima. Em seguida, a libertação de fumos provoca um fenómeno de opacidade, devido à sua maior densidade, mas tanto no fumo como nos gases, a concentração diminui de forma proporcional à distância. A chama associa-se aos corpos emissores de radiações (raios infravermelhos, luz visível e ultravioletas), cuja transmissão se faz uniformemente em todas as direcções, mas em que a intensidade varia inversamente com o quadrado da distância à labareda. Por fim, o calor libertado durante a combustão propaga-se por convecção e radiação (quando existe chama e não existem

obstáculos) no ar ambiente, sendo o efeito térmico inversamente proporcional ao quadrado da distância ao fogo.

A figura seguinte representa as várias fases dum fogo, onde ocorre a libertação de aerossóis, fumo, chama e calor.

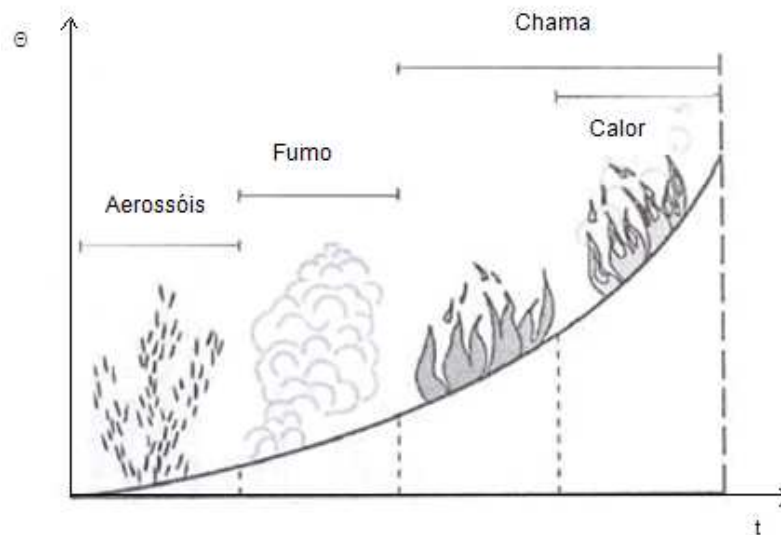


Fig.6 – Fases de um fogo [14]

A escolha correcta, bem como a localização dos detectores de incêndio, é essencial para se obter bons resultados e só é conseguida avaliando cada caso individualmente.

4.2. CONSTITUIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE DETECTORES AUTOMÁTICOS

Os detectores automáticos são constituídos normalmente por três partes:

- Um sensor, cujo objectivo é medir a evolução dum parâmetro físico ou químico ao qual ele se encontra adaptado (fumo, temperatura, chama, gás, etc) e transformá-lo num sinal eléctrico utilizável (normalmente corrente ou tensão);
- Parte de tratamento, que analisa a informação fornecida pelo sensor e faz a distinção entre os estados de repouso, interrupção ou alarme;
- Parte de transmissão, que envia informações que representam estados de serviço, de acompanhamento, de perturbação ou de alarme de incêndio dos equipamentos de controlo e de sinalização. Informações para identificar o sensor também podem ser enviadas.

Os detectores devem ser concebidos e construídos para satisfazer certos princípios:

- Detectar e transmitir o resultado dessa detecção de forma rápida e precisa;
- Traduzir claramente e sem ambiguidade o sinal resultante sob a forma de informação de alarme;
- Ser insensível a todos os eventos, excepto aqueles que visa detectar;
- Avisar de forma clara e rápida qualquer anomalia ao seu funcionamento.

Devem também ser capazes de resistir, dentro dos limites impostos pelas normas, a um mínimo de agressões: vibrações e choques, atmosferas húmidas ou corrosivas, variações térmicas, variações na alimentação eléctrica, fenómenos electromagnéticos, etc..

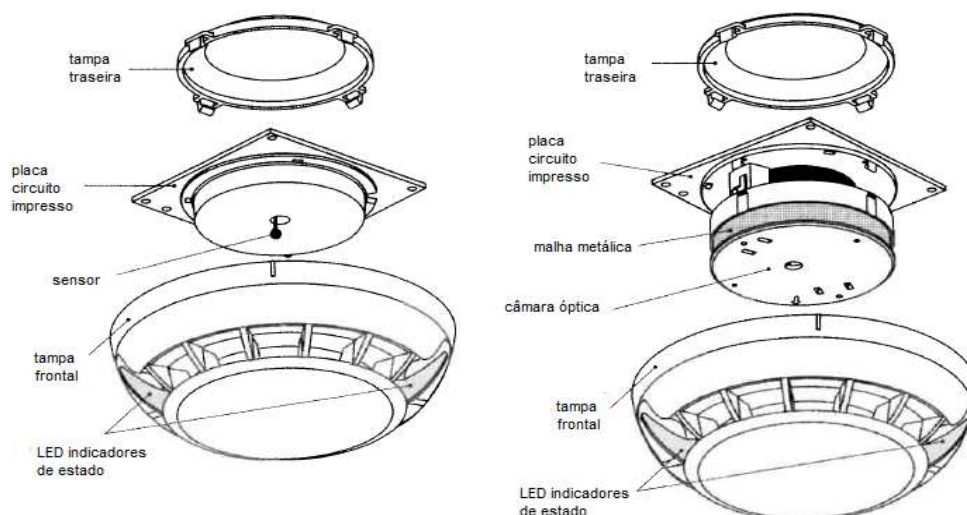


Fig.7 – Constituição de dois tipos de detectores de incêndios: temperatura à esquerda e de fumo à direita

Os detectores classificam-se geométrica e funcionalmente em: pontuais, quando analisam o fenómeno num ponto; lineares, quando analisam o fenómeno ao longo de uma linha contínua; volumétricos, quando analisam o fenómeno num determinado volume; multipontuais, quando analisam o fenómeno na vizinhança de um número de pontos determinados.

4.3. TIPOS DE DETECTORES

Existem quatro grupos de detectores, em função da manifestação detectada: detectores de calor, detectores de fumo, detectores de gás e detectores de chama, cada um com vários tipos de detectores de diferentes modos de funcionamento e características. Existem também detectores que combinam mais que um tipo de detecção, por exemplo fumo/calor ou fumo/calor/chama. Nenhum tipo de detector pode ser considerado o ideal, pois todos têm vantagens e desvantagens e a sua escolha final depende das características individuais do local a instalar podendo, em certas ocasiões, ser mais apropriado usar uma mistura de detectores.

4.3.1. DETECTORES DE CALOR OU TÉRMICOS

Os detectores de calor são o sistema mais antigo de detecção automática. O seu desenvolvimento surgiu por volta de 1860, com a criação dos *sprinklers* automáticos e continuaram até ao presente com a criação de vários dispositivos diferentes.

Detectores de calor são bastante fiáveis e têm a menor taxa de falsos alarmes de todos os tipos de detectores automáticos, no entanto, a acção de alarme verifica-se numa fase adiantada do fogo. Dessa forma, são mais apropriados para espaços pequenos confinados, onde se esperam fogos rápidos e de alta temperatura, para espaços onde as condições ambientais não permitam outro tipo de detector ou onde não seja necessário um alarme precoce em caso de incêndio. Devem ser colocados no tecto, ou próximo do tecto, pois a sua resposta deve-se à energia térmica por convecção do fogo.

São várias as concepções de detectores térmicos, aproveitando os fenómenos provocados pelo calor em certos materiais, fusão de metais, dilatação em sólidos, gases e líquidos e ainda efeitos termoeléctricos. Existem dois tipos fundamentais de detectores térmicos: os detectores de máxima

temperatura ou termomaximais, que actuam quando o elemento sensor reconhece uma temperatura limite prefixada; e os detectores termovelocimétricos ou termodiferenciais, que reagem à taxa de variação de temperatura (normalmente uma elevação de 10 °C por minuto). Geralmente os detectores termovelocimétricos estão também equipados para dar alarme caso se atinja uma determinada temperatura máxima, dado que nos incêndios lentos o elemento diferencial não reage. Para um detector termovelocimétrico não influencia em nada a temperatura ambiente, pois a subida de temperatura é igual; mas nos detectores apenas de temperatura máxima isso já não acontece, pois num ambiente frio demorará mais tempo a atingir a temperatura limite.

4.3.1.1. Detectores de Máxima Temperatura

Os detectores de máxima temperatura são concebidos para dar o alarme quando a temperatura atinge um valor predefinido. Dependendo da velocidade de crescimento do fogo, a temperatura ambiente no compartimento pode já ser consideravelmente mais alta que a temperatura limite do detector porque demora algum tempo até o ar elevar a temperatura do material sensor. Chama-se a esta condição, atraso térmico. Existem detectores de máxima temperatura que cobrem uma grande gama de temperaturas, desde os 50 °C até temperaturas bastante mais elevadas para zonas que atingem normalmente altas temperaturas (salas de caldeiras, sótãos, etc.) ou para situações especiais em que se necessita que o detector actue só quando próximo do fogo.

Existem várias configurações de detectores automáticos de temperatura máxima. Em seguida apresentam-se algumas dessas configurações, bem como o seu modo de funcionamento.

- Detector termomaximal por fusível térmico:

Algumas ligas metálicas, tal como o bismuto, chumbo, estanho e cádmio fundem rapidamente a uma temperatura predeterminada, o que permite o seu uso na detecção de calor. O seu funcionamento consiste num elemento fusível a dada temperatura (consoante a liga metálica, essa temperatura poderá ser da ordem dos 50 °C até aproximadamente 150 °C), que mantém sob tensão uma mola. Quando o elemento fusível funde, a mola solta-se fechando dessa forma um circuito eléctrico e originando o alarme. Poderá também ser utilizada uma metodologia contrária, em que o elemento fusível é percorrido por uma corrente eléctrica em situação normal e o alarme é accionado quando essa corrente é interrompida devido à fusão da liga metálica. Este tipo de soluções obriga à troca do elemento fusível sempre que actuados, pois o elemento fusível após fundir torna-se inutilizável. A figura 8 ilustra esses dois modos de funcionamento.

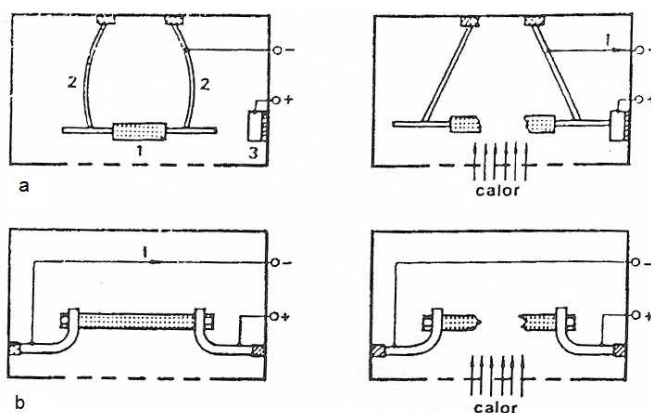


Fig.8 – detector térmico de máxima temperatura por fusível [8]

a – sem corrente de repouso (1 – fusível, 2 – mola, 3 – contacto fixo); b – com corrente de repouso

A solução anterior aplica-se para detectores pontuais. Utilizando o mesmo princípio de funcionamento, é possível fazer detecção linear ao longo dum grande comprimento. A figura 9 mostra um esquema dum detector que usa dois fios de aço normalmente em circuito aberto, separados por um isolamento sensível ao calor. Os fios sob tensão são envoltos numa bainha trançada, formando assim um cabo único; quando a temperatura atinge o valor de fusão, o isolamento derrete, os dois fios entram em contacto e dá-se o alarme. Após o alarme é necessário substituir a secção do cabo de forma a rearmar o detector.

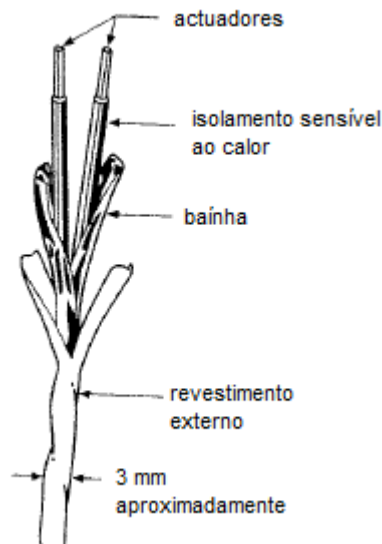


Fig.9 – detector térmico de máxima temperatura linear [7]

Para situações em que também importe a estabilidade mecânica, a solução anterior pode ser substituída utilizando um tubo de aço inoxidável, um material semiconductor sensível ao calor e um fio condutor. Dentro do tubo passa o fio condutor, que é envolvido pelo material semiconductor de forma a não tocar no tubo. Em condições normais, uma pequena corrente (abaixo do limiar de alarme) percorre o circuito; mas, à medida que a temperatura aumenta, a resistência do material semiconductor diminui, o que provoca o aumento da corrente e o conseqüente disparar do alarme.

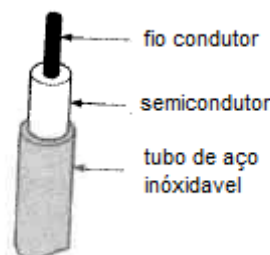


Fig.10 – detector térmico de máxima temperatura linear [7]

- Detector termomaximal por dilatação metálica

O princípio de funcionamento deste tipo de detectores baseia-se na dilatação que uma lâmina metálica sofre quando sujeita à acção do calor e à consequente flexão no caso das extremidades se encontrarem fixas. A flexão da barra metálica fecha um circuito que se encontra normalmente aberto, originando dessa forma o alarme. Consoante o metal utilizado, pode escolher-se a temperatura de actuação desejada (em geral 65°C).

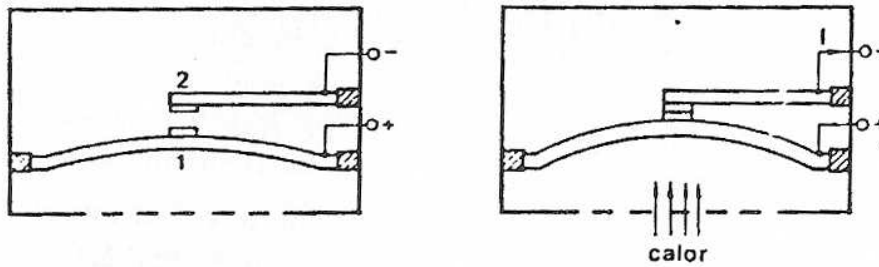


Fig.11 – detector térmico por dilatação de um metal (1– lâmina metálica com contacto móvel; 2– contacto fixo) [8]

A forma mais comum de detecção por dilatação metálica consiste no uso de dois metais com diferentes coeficientes de expansão térmica. São os chamados detectores térmicos por bimetálicos. Quando dois metais com diferentes coeficientes de dilatação térmica se encontram ligados e são aquecidos, a diferente dilatação de ambos causa a flexão para o lado do metal com o menor coeficiente de dilatação, fechando dessa forma o circuito eléctrico de alarme. O metal de menor dilatação normalmente utilizado é o Invar, uma liga com 36% de níquel e 64% de ferro. Para o metal de maior dilatação podem ser utilizadas várias ligas de manganés/cobre/níquel, níquel/crómio/ferro ou aço inoxidável.

Existem dois tipos de detectores bimetálicos, os de lâmina bimetálica (fig. 12 a) e os de disco bimetálico (fig. 12 b).

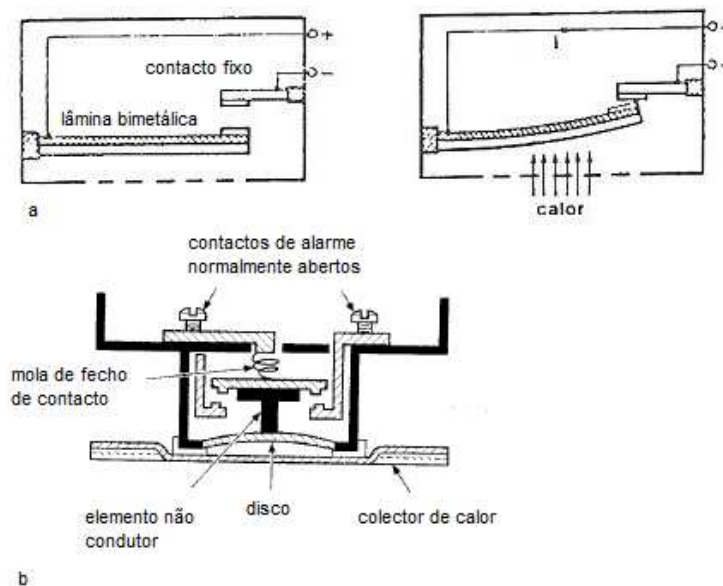


Fig.12 – detectores bimetálicos; a – por lâmina bimetálica [8]; b – por disco bimetálico [7]

A lâmina bimetálica, quando aquecida deforma-se na direcção do contacto. A distância que separa a lâmina do contacto, em funcionamento normal, determina a temperatura de funcionamento: quanto maior essa distância, maior a temperatura a que se dá o alarme.

O elemento de funcionamento dos dispositivos de disco é um disco bimetálico de forma côncava. Geralmente um colector de calor é acrescentado ao detector para aumentar a velocidade a que se dá a transferência de calor do ar para o disco. Com o aquecimento do disco, a tensão desenvolvida no metal faz com que o disco inverta a curvatura, passando a convexo. Dessa forma fecha o circuito, originando o alarme.

Os detectores baseados na dilatação de metais possuem a vantagem de se rearmar automaticamente assim que a temperatura ambiente baixa o suficiente em relação à temperatura de actuação, mas deve ter-se o cuidado de, após um fogo, verificar se não ficaram danificados.

Existem outros detectores de temperatura máxima que foram utilizados durante algum tempo, como por exemplo detectores por dilatação de líquidos, mas que se tornaram obsoletos devido aos novos desenvolvimentos e como tal deixaram de ser usados.

4.3.1.2. Detectores Termovelocimétricos

Um dos efeitos que um fogo provoca num compartimento é o de aumentar rapidamente a temperatura do ar interior. Enquanto os detectores de temperatura máxima só actuam quando a temperatura perto do tecto atinge um valor determinado, os detectores termovelocimétricos actuam quando a temperatura aumenta a uma determinada velocidade (normalmente 10 °C por minuto). Dessa forma, para evitar falsos alarmes, não devem ser usados em sítios onde se preveja mudanças repentinas de temperatura como por exemplo cozinhas comerciais, lavandarias, perto de dispositivos de ar condicionado, perto de portas para o exterior, entre outros, dado que mesmo para temperaturas baixas, o alarme será dado caso ocorra um rápido aumento da temperatura.

- Detectores termovelocimétricos pneumáticos

Os detectores termovelocimétricos que operam por acção de dilatação gasosa, ou pneumática, já são fabricados há várias décadas. O seu funcionamento consiste na expansão sofrida pelo ar, dentro dum tubo ou câmara, quando aquecido, que exerce força sobre uma membrana que origina o fecho do circuito eléctrico de alarme. Para impedir que o alarme ocorra para aumentos lentos da temperatura ambiente, ou para quebras da pressão atmosférica, estes detectores possuem pequenos orifícios de ventilação que permitem a libertação da pressão que se forma no tubo ou câmara nessas situações. Esses orifícios são dimensionados de forma à sua taxa de ventilação ser mais lenta que o aumento de pressão provocado por um rápido aumento de temperatura.

A figura 13 mostra um possível esquema para um detector termovelocimétrico pneumático que também faz detecção por temperatura máxima. O alarme ocorre quando o ar dentro da câmara expande mais rapidamente do que consegue sair pelo orifício de ventilação e empurra a membrana unindo os dois contactos, ou quando atinge a temperatura de fusão do fusível, libertando a mola que empurra a membrana até fechar o circuito eléctrico. Este tipo de detectores tem a vantagem de responder rapidamente a um fogo que se desenvolva rapidamente, através do mecanismo termovelocimétrico, enquanto que para fogos que se desenvolvam mais lentamente será o elemento fusível a accionar o alarme quando se atinge a temperatura projectada.

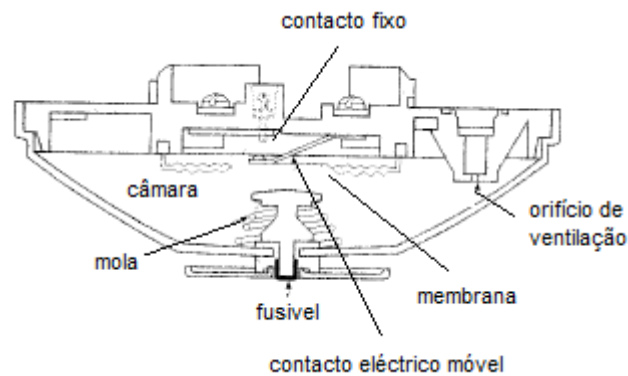


Fig.13 – Detector termovelocimétrico pneumático pontual com detecção por temperatura máxima [7]

O mesmo princípio também pode ser utilizado para fazer um detector linear (fig. 14). Esse detector consiste num tubo contínuo de metal fixado no tecto, ou nas paredes próximas do tecto da área a proteger, com ambas as extremidades ligadas a câmaras com membranas flexíveis. O ar dentro do tubo metálico expande quando sujeito a um aumento de temperatura, o que vai empurrar a membrana fechando assim o circuito de alarme. Tal como no caso pontual, existem orifícios de ventilação que compensam as diferenças de pressão causadas por pequenas variações de temperatura nas zonas protegidas.

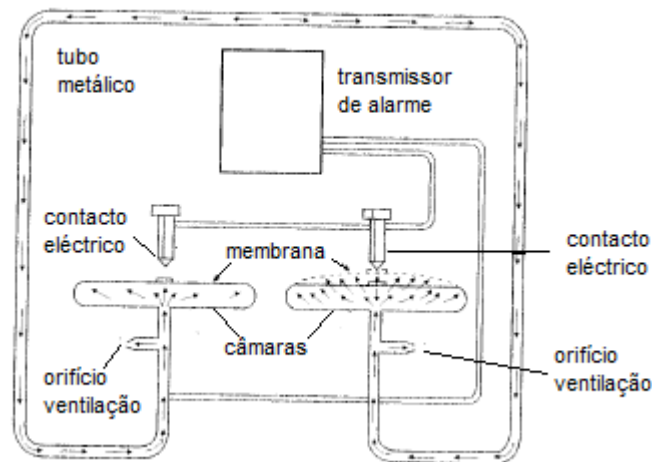


Fig.14 – Detector termovelocimétrico pneumático linear [7]

- Detectores termoeléctricos

Um detector termoeléctrico utiliza, como elemento sensor, um ou mais termístores (semicondutores sensíveis à temperatura) que alteram a sua resistência eléctrica em resposta a uma alteração de temperatura. Esta alteração de resistência é monitorizada por um circuito eléctrico auxiliar que iniciará o alarme caso essa resistência varie rapidamente (termovelocimétrico) ou quando a resistência atinge um determinado valor (temperatura máxima).

A configuração mais normal é um detector com dois termístores, um exposto às mudanças de temperatura ambiente enquanto o outro se encontra protegido para servir como referência. Numa

situação de incêndio, a temperatura do primeiro termístor sobe mais rapidamente do que a do termístor de referência e a consequente alteração de resistência é registada pelo circuito eléctrico, accionando o alarme. Normalmente, este tipo de detectores, também possui detecção por temperatura máxima, ocorrendo o alarme quando o termístor exposto às mudanças de temperaturas atinge uma temperatura determinada.

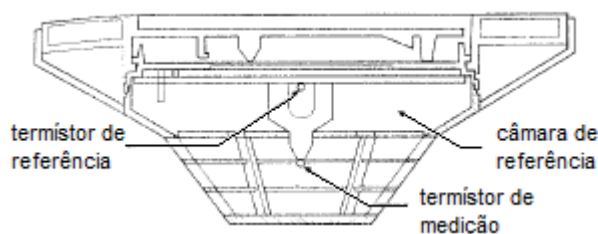


Fig.15 – Detector termoelectrico [7]

4.3.2. DETECTORES DE FUMO

Embora nem todas as combustões produzam fumo, uma grande parte produz, pelo que a detecção do fumo constitui um óptimo princípio para o alarme de incêndios. Regra geral, os detectores de fumos dão uma resposta consideravelmente mais rápida que os detectores de temperatura, mas também podem originar mais facilmente falsos alarmes caso não sejam instalados correctamente. Os detectores de fumo não detectam os produtos de combustão limpa de líquidos inflamáveis (por exemplo, álcool), pelo que não devem ser utilizados em sítios onde se prevejam fogos sem outros tipos de combustível, nem em sítios onde em condições normais haja produção de fumos, vapores, poeiras, etc..

Existem três princípios de funcionamento diferentes para os detectores de fumo: detectores ópticos, detectores por aspiração e detectores iónicos.

4.3.2.1. Detectores ópticos ou fotoelectricos

A presença de partículas de fumo suspensas, geradas pelo processo de combustão, afecta a propagação da luz no ar. Esse fenómeno é aproveitado por este tipo de detectores, podendo fazer-se a detecção de duas formas distintas, por difusão da luz, ou por absorção da luz. Ambos os métodos utilizam dois componentes essenciais, uma fonte luminosa e uma célula fotoelectrica receptora da luz, no interior duma câmara desenhada para não permitir a entrada de qualquer tipo de luz exterior, mas permitindo o acesso ao fumo.

- Detectores de fumo por dispersão de luz

Neste tipo de detectores, o fumo proveniente dum fogo provoca a reflexão da luz incidente para a célula fotoelectrica. Isso consegue-se com uma configuração em que a célula fotoelectrica normalmente não receba a luz da fonte emissora. Dessa forma, somente quando as partículas de fumo entram no caminho do feixe luminoso e provocam a sua difracção é que a célula fotoelectrica é activada, dando assim o alarme. A célula fotoelectrica usada nestes casos pode ser um foto díodo, ou foto transístor, enquanto a fonte emissora mais comum consiste num LED emissor de infra-vermelhos. Para situações em que se queira uma maior sensibilidade (como salas de computadores e arquivos), existe também uma solução em que o LED é substituído por um feixe laser bastante mais intenso. Dessa forma, mais luz é reflectida para o receptor o que, juntamente com um algoritmo que permite a

distinção entre partículas de fumo e partículas de pó, aumenta a sensibilidade cerca de 100 vezes quando comparado com a solução com o LED, permitindo a detecção de fogo numa fase mais inicial.

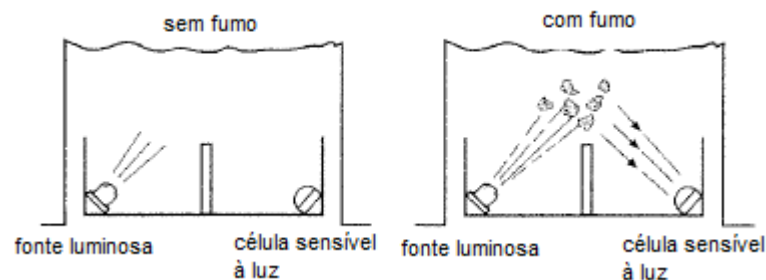


Fig.16 – Detector de fumo por dispersão de luz [7]

- Detector de fumo por absorção de luz ou de feixe

O princípio de funcionamento destes detectores é o contrário dos de dispersão de luz. Neste caso, o feixe de luz (geralmente infra-vermelho) encontra-se normalmente a incidir na célula fotoelétrica e é o seu obscurecimento e conseqüente diminuição da corrente no circuito eléctrico adjacente que irá originar o alarme. Normalmente este tipo de detectores faz-se com dois dispositivos, colocados em paredes opostas, num lado o emissor e no outro o receptor, onde se encontra a célula fotoelétrica. Tem de se ter o cuidado de garantir que o sinal luminoso não seja bloqueado normalmente por algum obstáculo; no entanto, em caso de bloqueio accidental, o detector não acciona logo o alarme, mas sim um sinal de aviso, pois o fumo não provoca um obscurecimento total e imediato. As distâncias de operação entre emissor e receptor variam consoante o modelo, podendo ir desde os 10, até aos 100 metros. Neste tipo de configuração é necessário garantir que as superfícies onde se vão instalar os dispositivos são estáveis, pois a mínima mudança poderá desviar o feixe luminoso do receptor, sendo esse problema mais evidente para distâncias maiores.

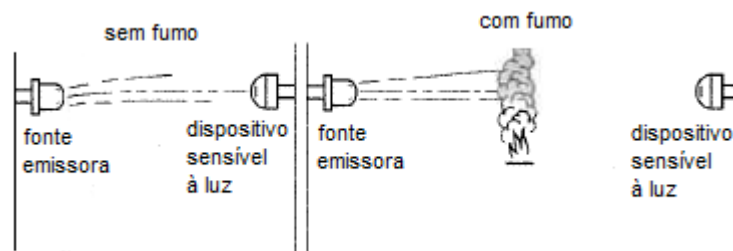


Fig.17 – Detector de fumo por absorção de luz

4.3.2.2. Detectores por aspiração

Os detectores de fumo por aspiração são o mais recente sistema de detecção de incêndio, sendo de extrema sensibilidade, o que os torna particularmente eficazes para compartimentos onde se deseje uma detecção precoce e fiável, tal como salas de computadores, museus, património, gabinetes de controlo, hospitais, entre outros.

Este tipo de detectores utiliza um sistema de tubagem espalhados pelas áreas a proteger. Os tubos possuem vários orifícios, através dos quais se recolhem continuamente amostras do ar ambiente, com

o auxílio de uma unidade de aspiração. Essa amostra, após passar por um filtro onde se removem as partículas de pó e sujidade, é encaminhada para o módulo de detecção onde é exposta a um sistema calibrado de luz laser. Quando existem partículas de fumo numa amostra, a luz é reflectida (tal como acontece nos sistemas ópticos por difracção de luz) dentro da câmara, sendo imediatamente identificado por um sistema receptor altamente sensível e comunicados para o painel de controlo, dando assim origem ao alarme caso a densidade de fumo detectada seja superior à definida. Este tipo de detector possui ainda um sistema que permite comparar a amostra recolhida com variáveis conhecidas de perturbação, evitando assim falsos alarmes.

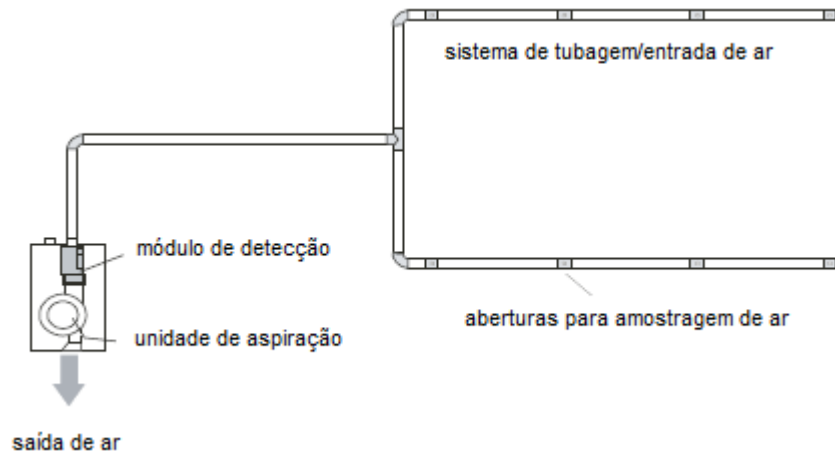


Fig.18 – Detector de fumo por aspiração [13]

4.3.2.3. Detectores de fumo iónicos

Os detectores de fumo iónicos utilizam uma muito pequena quantidade dum material radioactivo que ioniza o ar dentro da câmara de ionização, tornando-o condutor e permitindo a criação duma corrente eléctrica que percorre o ar entre dois eléctrodos. Quando partículas de fumo entram na câmara de ionização, agrupam-se com os átomos com carga eléctrica o que diminui a condutância do ar e a corrente eléctrica lá presente. Quando a condutância baixa do valor predeterminado, o detector acciona o alarme.

Este tipo de detectores, devido à presença dum material radioactivo, é cada vez menos utilizado por questões de protecção ambiental, optando-se pelo uso de detectores ópticos de fumos para detecção pontual. Apesar de em Portugal não existir legislação que proíba a sua utilização, em alguns países europeus, como Itália e França, essa proibição já se encontra em vigor, pelo que alguns dos fabricantes deixaram a sua produção.

4.3.3. DETECTORES DE GÁS

Os detectores de gás monitorizam os níveis dos gases de combustão presentes na atmosfera. A detecção dos gases de combustão dá-se numa fase posterior à detecção de fumos e anterior à detecção de temperatura. Existe a possibilidade de serem concebidos apenas para detectar alguns dos gases que seriam libertados por fogos indesejados, podendo ignorar gases provocados por fogos que existam normalmente no compartimento alvo da protecção, o que os torna particularmente úteis para alguns locais específicos onde exista normalmente fogos controlados, pelo que não é um tipo de detecção muito utilizada, a não ser em detectores multissensor.

Podem ser feitos utilizando dois modos de funcionamento diferentes, através de um semicondutor, ou através de um elemento catalítico.

Os detectores do tipo semicondutor respondem a gases oxidantes ou de redução, criando uma mudança de condutividade no semicondutor que origina o alarme.

Os detectores do tipo catalítico possuem um material que acelera a oxidação dos gases combustíveis. Essa aceleração provoca um aumento de temperatura que origina o alarme.

4.3.4. DETECTORES DE CHAMA

Os detectores de chama detectam a radiação emitida pelos incêndios. Pode ser utilizada a radiação ultravioleta, radiação infra-vermelha ou a combinação das duas. O espectro da radiação da maioria dos materiais inflamáveis tem uma banda suficientemente larga para permitir que a chama seja detectada por qualquer detector de chamas, mas com alguns materiais (inorgânicos por exemplo) pode ser necessário escolher o detector de chamas capaz de responder a partes específicas do espectro dos comprimentos de onda. Outro cuidado a ter prende-se com outras fontes, que não o fogo, que emitam radiação na área a proteger, pois a sua existência poderá originar falsos alarmes.

Os detectores de chama podem responder mais rapidamente a um incêndio com chama que um detector de temperatura ou fumo, no entanto, são inadequados para incêndios de combustão lenta, pelo que o seu uso não é considerado generalizado.

Como a transmissão é feita por radiação, não é necessário localizarem-se no tecto do compartimento, desde que tenham uma clara linha de vista para a área a proteger. Outro cuidado a ter na colocação dos detectores de chama é a exposição ao sol, pois caso tal aconteça é necessário utilizar detectores de chama imunes à radiação solar.

Os detectores de chama são particularmente indicados para a vigilância de grandes áreas abertas em armazéns ou depósitos de madeira, ou para a vigilância local de áreas críticas em que os incêndios com chama se possam propagar rapidamente, como por exemplo, bombas, válvulas ou condutas com combustíveis líquidos ou áreas com materiais combustíveis dispostos em planos finos de orientação vertical.

4.3.4.1. Detectores de chamas por radiação ultravioleta

O espectro ultravioleta inclui comprimentos de onda desde aproximadamente 0,1µm até 0,35 µm. Os detectores UV usam normalmente um tubo de vácuo com um fotodíodo funcionando segundo o princípio de Geiger-Muller, que detecta a radiação ultravioleta produzida por uma chama. O fotodíodo, ao ser atingido por radiação UV, liberta uma corrente eléctrica e, se a radiação continuar a atingir o tubo, será gerado um sinal eléctrico intermitente (pulsado). Esses impulsos são monitorizados por uma unidade de controlo; e, se num intervalo de tempo forem contados mais impulsos que o valor predeterminado, inicia-se o alarme.

A radiação UV pode ser absorvida por óleos, gorduras, vidros e fumos, pelo que deverão ser tomadas medidas contra deposições de sujidade no detector.

As fontes mais comuns de gerarem falsos alarmes neste tipo de detectores incluem relâmpagos, arcs eléctricos de soldadura eléctrica, raio-X e materiais radioactivos.

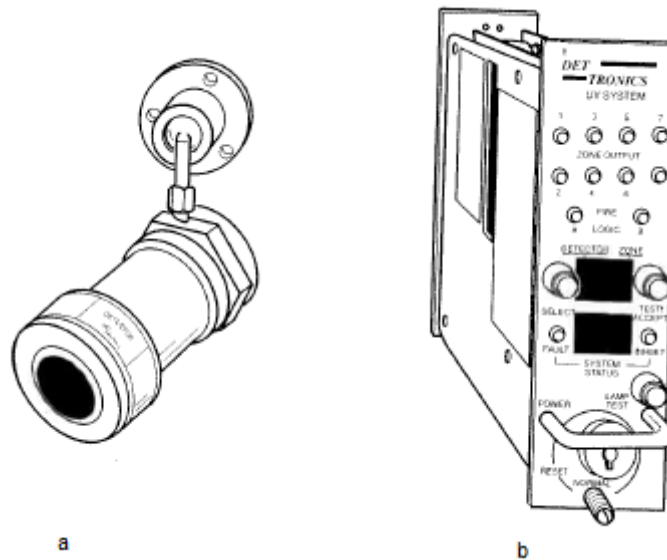


Fig.19 – Detector UV; a – tubo detector; b – unidade de controlo [7]

4.3.4.2. Detectores de chamas por radiação infra-vermelha

O espectro infra-vermelho contém comprimentos de onda desde os 0,76 μm até aos 220 μm . Os detectores de infra-vermelhos são basicamente constituídos por um sistema de lentes e filtros que excluem comprimentos de onda fora dessa gama e convergem os restantes para uma célula sensível a energia infra-vermelha.

Quase todos os materiais combustíveis emitem energia dentro da gama de valores detectável por infra-vermelhos, exceptuando os combustíveis sem carbono, tal como o hidrogénio e o enxofre.

Possíveis fontes de falsos alarmes incluem gás no campo de visão do detector, bem como radiação solar. Existem no entanto formas de evitar que a radiação solar seja um problema, utilizando filtros para separar a radiação de diferentes zonas do espectro para diferentes sensores de infra-vermelhos. Dessa forma só se inicia o alarme quando a relação entre os diferentes sensores indicar que se trata mesmo dum incêndio.

4.3.4.2. Detectores de chamas por radiação ultravioleta e infra-vermelha

Os detectores de combinação ultravioleta e infra-vermelhos detectam radiação dos dois espectros de energia. Normalmente é necessário que o sensor de ultravioleta e o sensor de infra-vermelho sejam activados para iniciar o alarme, o que os torna menos susceptíveis a falsos alarmes, mas também implica que este sistema tenha as limitações de ambos os anteriores.

4.3.5. DETECTORES DE MULTISENSOR

Os detectores multissensor possuem mais que um elemento que responde ao fogo, podendo o alarme ser accionado em resposta apenas a um dos sensores ou como combinação parcial ou total de todos os sensores. Desta forma é possível aumentar a eficácia da protecção, nomeadamente em áreas onde sejam previsíveis diferentes tipos de fogo, sem se aumentar significativamente o custo. Existem inúmeras combinações de detectores multissensor, incluindo soluções que agrupam os quatro tipos de

detecção expostos anteriormente, sendo que a mais comum é a combinação de detecção óptica de fumos com detecção termovelocimétrica.

4.4. SELECÇÃO DE DETECTORES

A escolha do tipo de detectores apropriados para um sistema de detecção automática é essencial para a garantia das condições de segurança. Existem inúmeras variáveis que podem influenciar essa escolha e, apesar de não haver regras que imponham a escolha, convém seguir alguns passos básicos que ajudam a tomar a decisão mais adequada:

1. Determinar quais os objectivos do sistema de segurança tais como: segurança de pessoas, protecção de propriedade, não haver interrupção de actividade, etc.;
2. Quantificar esses objectivos de forma explícita, através de informação recolhida no requerente do sistema de detecção;
3. Desenvolver de forma geral uma solução onde se explicita como vão ser cumpridos os objectivos;
4. Avaliar as ameaças de fogo, incluindo possíveis fontes de ignição, o tipo e quantidades de combustíveis disponíveis, a taxa de crescimento esperada, a existência ou não de sistemas de extinção, entre outras;
5. Determinar que tipo de mudanças ambientais, ou assinaturas de fogo, aconteceriam por possíveis fogos em vários pontos do seu crescimento e verificar quais as condições normais na área a proteger;
6. Atribuir pesos às condições acima mencionadas e seleccionar detectores de incêndio com base na sua sensibilidade às mudanças ambientais, tempo de resposta e ausência de falsos alarmes nas condições ambientais normais.

Normalmente, existe uma relação inversa entre velocidade de detecção e a capacidade do detector distinguir entre um fogo verdadeiro e um falso alarme. Os detectores de temperatura são os que apresentam menor taxa de falsos alarmes, mas são também os que apresentam o tempo de resposta mais lento, pelo que são mais indicados para espaços fechados ou para se situarem directamente por cima de sítios onde se esperem fogos rápidos. A sua temperatura de actuação (no caso dos detectores de temperatura máxima) deve ser no mínimo 14°C acima da temperatura máxima esperada para o local e instalam-se normalmente em grelha.

Os detectores de fumo têm um tempo de resposta bastante menor que os de calor, principalmente quanto maior for o espaço a proteger. São normalmente instalados também em grelha, separados pela distância recomendada, podendo no entanto colocar-se de acordo com as potenciais fontes de fogo e com o percurso do fumo.

Os detectores de chama oferecem um tempo de resposta extremamente rápido para qualquer fonte de radiação dentro do espectro que monitorizam, mas se mal instalados podem apresentar também uma alta taxa de falsos alarmes. São apropriados para proteger áreas onde possam estar presentes vapores ou poeiras potencialmente explosivas ou inflamáveis.

No quadro seguinte apresenta-se as aplicações mais adequadas para os tipos de detectores mais comuns.

Quadro 11 – Selecção de detectores automáticos

Tipo de detector	Aplicação	Não aconselhável
Lónico de fumos	Uso geral, melhor para fogos de combustão rápida	Áreas sujeitas a fumo, vapor, ou pó durante o uso normal
Óptico de fumos por dispersão	Uso geral, melhor para fogos latentes	Áreas sujeitas a fumo, vapor, ou pó durante o uso normal
Óptico de fumos por absorção	Compartimentos largos e altos	Áreas sujeitas a fumo, vapor, ou pó durante o uso normal
Multissensor óptico e temperatura	Bom para fogos de combustão rápida ou para fogos latentes	Áreas sujeitas a fumo, vapor, ou pó durante o uso normal
Termovelocimétrico	Áreas sujeitas a fumo, vapor, ou pó durante o uso normal	Áreas sujeitas a mudanças repentinas de temperatura, ou com temperatura normalmente elevada
Temperatura máxima	Áreas sujeitas a fumo, vapor, ou pó durante o uso normal e mudanças repentinas de temperatura	Áreas sujeitas a altas temperaturas (próximas da temperatura de actuação do detector)
Aspiração	Áreas onde se deseje uma detecção muito precoce (salas de computadores, museus, hospitais, etc.) onde não exista produção normal de fumo	Áreas sujeitas a fumo, vapor, ou pó durante o uso normal
Chama	Grandes áreas abertas e áreas com atmosfera potencialmente explosiva ou onde se esperem fogos de propagação rápida	Áreas onde se esperem fogos de combustão lenta

4.5. LOCALIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE DETECTORES

Os detectores automáticos de incêndio devem ser posicionados de forma que os produtos resultantes de qualquer incêndio dentro da área protegida possam chegar aos detectores sem grande atenuação ou demora. Deve haver cuidado para assegurar que os detectores cubram áreas ocultas onde o incêndio poderá começar a propagar-se, tais como espaços sob o chão ou sobre tectos falsos.

Detectores pontuais são colocados normalmente nos tectos, afastados das paredes pelo menos 10 cm (50 cm preferencialmente). Podem também ser instalados nas paredes (salvo indicação contrária do fabricante), situando-se obrigatoriamente a mais de 10 cm e a menos de 30 cm do tecto, medidos a partir da extremidade mais próxima.

Quando existe possibilidade de danos mecânicos, os detectores devem ter uma protecção específica para esse detector. O uso de protecções não apropriadas pode degradar a sensibilidade do detector.

Os detectores de fumo não devem ser colocados em correntes de ar provocadas por grelhas de ventilação, pois isso irá impedir o fumo de chegar ao detector. O funcionamento dos detectores térmicos também é afectado por isso, mas em menor grau.

Em tectos altos, ou inclinados, o espaçamento entre detectores deve ser reduzido de forma apropriada.

4.5.1. DETECTORES TÉRMICOS E DE FUMO

Alguns dos factores que intervêm na colocação dos detectores térmicos e de fumos são:

- Área protegida;
- Distância entre qualquer ponto na área vigiada e o detector mais próximo;
- Proximidade de paredes;
- Altura e configuração do tecto;
- Movimento do ar da ventilação;
- Quaisquer obstruções ao movimento por convecção dos produtos resultantes de incêndio.

No caso dos detectores de fumo por absorção de luz, deve ter-se um cuidado especial para evitar a obstrução do feixe luminoso.

4.5.1.1. Tectos planos

Os detectores devem ser colocados de modo a que os seus elementos sensíveis se situem nos 5% superiores do pé direito da sala. Não devem ser embebidos no tecto para evitar a formação duma camada envolvente fria.

No quadro seguinte, apresentam-se os raios de acção deste tipo de detectores, para várias alturas do tecto.

Quadro 12 – Limites de altura dos tectos e raio de acção

	Altura do tecto (m)					
	≤ 4,5	> 4,5 ≤ 6	> 6 ≤ 8	> 8 ≤ 11	> 11 ≤ 25,	> 25
Tipo de detector	Raio de acção (m)					
Térmicos	5	5	5	NN	NU	NU
Fumo: pontual	7,5	7,5	7,5	7,5	NN	NU
Feixe	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5 a)	NU
NU: não utilizável para esta gama de alturas						
NN: normalmente não utilizável para esta gama de alturas						
a) Será normalmente necessária uma segunda camada de detectores a aproximadamente metade da altura do tecto						

Para detectores do tipo pontual, a distância horizontal de qualquer lugar numa zona protegida até ao detector mais próximo não deve exceder, em princípio, o raio de operação indicado no Quadro 12.

Detectores que estejam fora do âmbito das normas existentes (EN-54-13), devem ser seguidas as instruções de espaçamento dadas pelo fabricante.

Uma possível configuração para este tipo de detectores apresenta-se na figura seguinte.

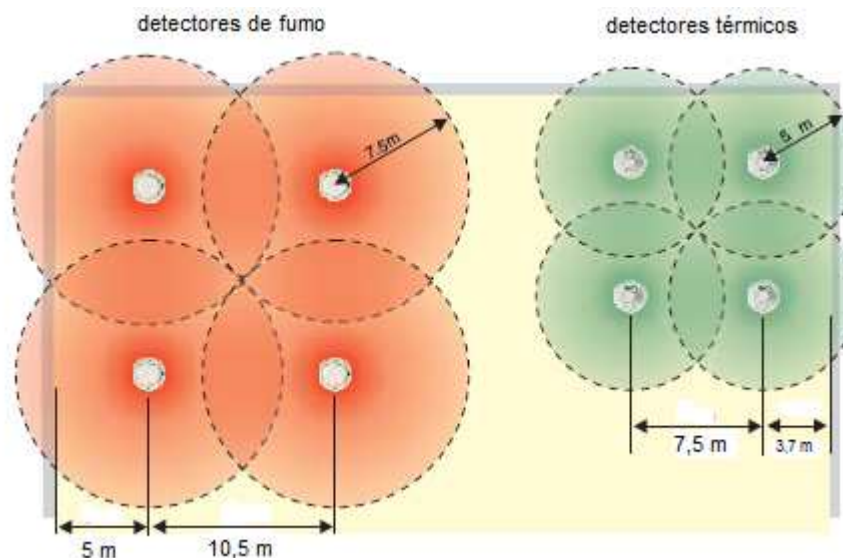


Fig.20 – Espaçamento entre detectores de fumo e detectores térmicos [10]

Como alternativa ao Quadro 12, encontra-se na CEA 4040, de Julho de 2003, outro método de localização e distribuição de detectores térmicos e de fumos, em função da área máxima de vigilância de um detector (A_{max}), que se apresenta no quadro seguinte.

Quadro 13 – Distribuição dos detectores térmicos e de fumos

Área total do compartimento a proteger (m^2)	Tipo de detector	Altura do compartimento (m)	Inclinação do tecto	
			$\leq 20^\circ$	$> 20^\circ$
			A_{max} (m^2)	A_{max} (m^2)
≤ 80	Fumo *	$\leq 12,0$	80	80
> 80	Fumo *	$\leq 6,0$	60	90
		$6,0 \leq 12,0$	80	110
≤ 30	Térmico Grau 1 **	$\leq 7,5$	30	30
	Térmico Grau 2 **	$\leq 6,0$		
	Térmico Grau 3 **	$\leq 4,5$		
> 30	Térmico Grau 1 **	$\leq 7,5$	20	40
	Térmico Grau 2 **	$\leq 6,0$		
	Térmico Grau 3 **	$\leq 4,5$		

* EN 54-7; ** EN 54-5

A partir dos valores de área máxima de vigilância, calcula-se a área efectiva de vigilância, recorrendo à expressão seguinte:

$$A_n = K * A_{max} \quad (9)$$

Onde,

A_n = área efectiva de vigilância

K = factor de risco, função do tipo de risco e da categoria de risco do local

Quadro 14 – Valores do coeficiente de risco

Local de risco	Categoria de risco	Coeficiente K
A e B	1ª a 4ª	1
C	1ª e 2ª	0,6
C	3ª e 4ª	0,3
D	1ª e 2ª	0,6
D	3ª e 4ª	0,3
E	1ª a 4ª	0,6
F	1ª a 4ª	0,3

4.5.1.2. Tectos inclinados

Para detectores instalados em tectos inclinados, o raio indicado no quadro 12 pode ser aumentado em 1% por cada grau de inclinação do tecto, até um máximo de 25%. No caso de os tectos serem curvos, a inclinação deve ser obtida através da média da inclinação total em toda a área.

No caso do espaço protegido ter um tecto em escada, os detectores devem ser instalados em cada um dos vértices. Caso a diferença de altura entre o cimo e a base de cada vértice seja inferior a 5% da altura total do vértice acima do chão, o tecto deve ser considerado plano.

4.5.1.3. Paredes, divisórias e obstáculos

Exceptuando os detectores ópticos de feixe, os detectores não devem ser instalados a menos de 0,5 m de qualquer parede ou divisória. Para espaços com menos de 1,2 m, o detector deve ser instalado no terço do meio. Quando as salas estão divididas em secções por paredes, divisórias ou estantes de armazenagem que fiquem a menos de 0,3 m do tecto, as divisórias devem ser consideradas tal como se chegassem ao tecto e as secções devem ser consideradas como salas diferentes.

4.5.1.4. Ventilação e movimento do ar

No caso da renovação de ar numa sala exceder as cinco vezes por hora, podem ser necessários mais detectores para além dos recomendados. Nestes casos, devem realizar-se testes, como por exemplo, o teste de fumos visíveis, para detectar o fluxo de ar padrão e determinar a localização adequada dos detectores adicionais.

Os detectores não devem ser colocados directamente nas entradas de ar fresco dos sistemas de ar condicionado. Quando a entrada de ar se faz através de um tecto perfurado, o tecto deve ser tapado num raio de pelo menos 0,6 m à volta de cada detector. No caso de os detectores serem instalados a menos de um metro de qualquer entrada de ar, ou em qualquer ponto onde a velocidade do ar exceda o 1 m/s, deve ser dada uma especial atenção aos efeitos do fluxo de ar sobre o detector.

4.5.1.5. Conduatas de ar

Os detectores de fumo podem ser instalados em conduatas de ar, como prevenção contra a difusão de fumo através de um sistema de ar condicionado, ou fazendo parte da protecção local do equipamento. Estes detectores devem ser considerados apenas como um suplemento do sistema de protecção normal, pois a mistura do ar limpo que percorre a conduata com o fumo diminui a eficácia dos detectores e, caso a ventilação esteja desligada, o fumo demora mais tempo a chegar até ao detector.

Os detectores devem ser colocados numa secção recta da conduata, nunca a uma distância duma curva, junção ou inclinação, inferior ao triplo da largura da conduata.

Para conduatas com velocidades de ar elevadas, ou com grandes variações, são mais aconselhados detectores por aspiração.

4.5.1.6. Tectos irregulares

Qualquer irregularidade do tecto, como por exemplo uma viga, com uma altura superior a 5% do pé direito, deve ser tratada como uma parede e devem ser aplicados os seguintes requisitos:

- Um detector em todas as células, se $D > 0,25 * (H-h)$
- Um detector em células alternadas, se $D < 0,25 * (H-h)$
- Um detector em cada três células, se $D < 0,13 * (H-h)$

Onde, D: distância entre irregularidades, medida de fora a fora em metros; H: pé direito da sala em metros; h: altura da irregularidade em metros

Se a disposição do tecto for de modo a formar séries de pequenas células, então um único detector pode cobrir várias células, dentro dos limites radiais do quadro 12. O volume interno das células cobertas por cada detector não deve exceder:

- Para detectores de temperatura: $V = 6 \text{ m}^2 * (H-h)$
- Para detectores de fumo: $V = 12 \text{ m}^2 * (H-h)$

4.5.1.7. Detecção acima de tectos falsos

Quando uma sala tem um tecto falso perfurado, a colocação dos detectores deve assegurar a protecção dos fogos que comecem abaixo e acima do tecto falso.

Caso as perfurações do tecto falso sejam pequenas, e não exista ventilação pressurizada que empurre o fumo através deste, a protecção contra fogos abaixo do tecto falso tem de ser feita com detectores abaixo do tecto falso. Caso não exista risco do fogo começar abaixo do tecto falso, os detectores devem ser colocados acima deste.

Basta colocar detectores acima do tecto falso para também proteger a área abaixo deste, quando em qualquer secção de 1m x 1m do tecto, as perfurações perfazerem mais de 40%, as dimensões dos

orifícios excederem 10mm x 10mm e a espessura do tecto não exceder três vezes a dimensão mínima duma furação. No entanto, estes casos requerem uma avaliação individual.

4.5.1.8. Detecção abaixo do chão falso

Quando as salas têm chão falso, devem ser instalados detectores por baixo do chão tal como se o vazio abaixo do chão falso fosse outro compartimento, a menos que o chão falso seja perfurado ou o chão falso seja de um material que tenha uma reacção ao fogo classificada como A1, A2 ou B, tal como definido no Anexo I do RG-SCIE e não exista carga térmica debaixo.

4.5.1.9. Salas sem tecto

Na ausência de um tecto, ou plano estratificado, os produtos da combustão confinam-se à coluna ascendente acima do fogo. Caso se utilizem detectores de fumo ou calor, os limites em altura para a operação são os indicados no Quadro 12 e o raio de operação efectivo, para ambos os tipos de detector, deve ser calculado como sendo 12,5% da altura medida do previsível foco de incêndio que esteja mais alto, até ao detector acima.

Cada sala, ou espaço fechado deve ter no mínimo um detector.

4.5.2. DETECTORES DE CHAMAS

Alguns dos factores a serem levados em conta na colocação de detectores de chamas são:

- A distância da linha de visão entre qualquer ponto na área vigiada e o detector mais próximo
- A presença de barreiras à radiação
- A presença de fontes capazes de interferir na radiação

Os detectores de chama devem ser posicionados de forma a permitir uma boa vigilância visual das áreas a proteger.

5

SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE DETECÇÃO DE INCÊNDIOS

5.1. CONFIGURAÇÃO DE UM SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETECÇÃO DE INCÊNDIOS

Um sistema de detecção automática de incêndios (SADI) é uma instalação técnica capaz de registar um início de incêndio, sem a intervenção humana, podendo vigiar permanentemente zonas inacessíveis à detecção humana, transmitir as informações correspondentes a uma central de sinalização e comando (CDI – central de detecção de incêndios), dar o alarme automaticamente, de forma local e restrita, ou geral, ou à distância (alerta) e accionar todos os comandos (imediatos ou temporizados) necessários à segurança contra incêndio dos ocupantes e do edifício onde está instalado: fechar portas, accionar dispositivos de evacuação de fumos, parar elevadores, comandar sistemas automáticos de extinção, desligar energia eléctrica, etc..

Na figura seguinte pode ver-se uma configuração tipo de um SADI.

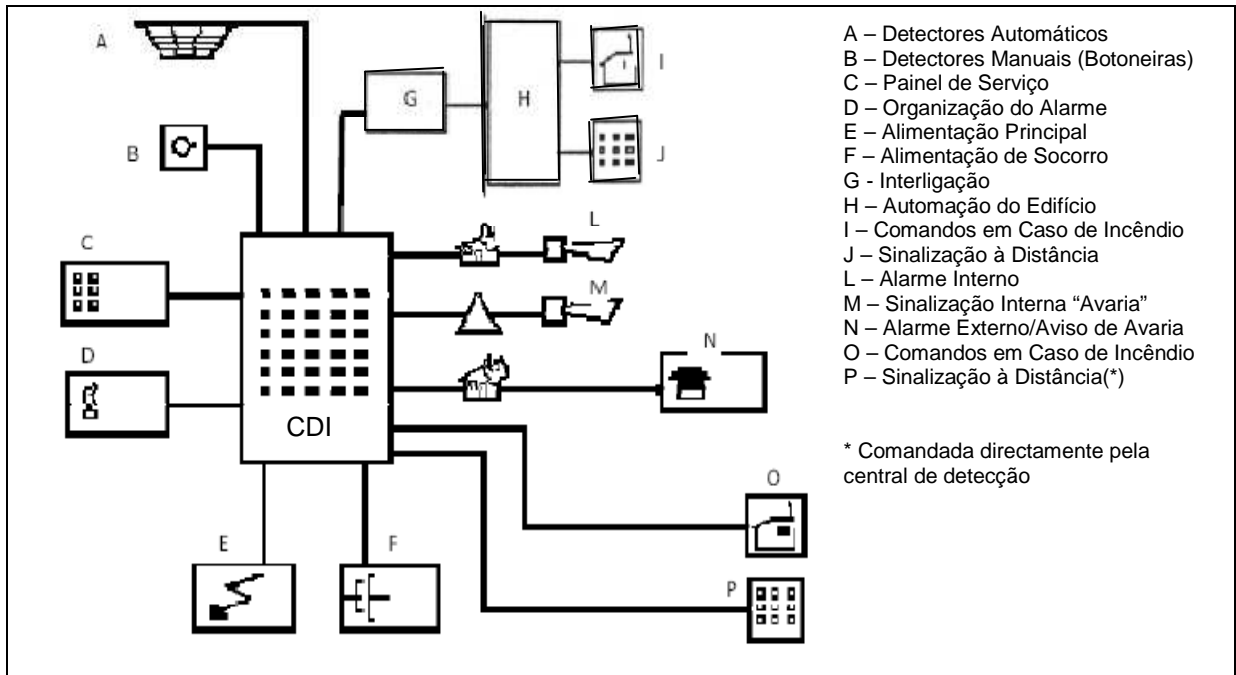


Fig. 21 – Configuração tipo de um SADI [11]

A CDI deve ter duas temporizações programáveis, a de presença que corresponde à aceitação do alarme por parte do operador e a de reconhecimento que corresponde à confirmação local do alarme.

A organização do alarme depende da organização de segurança do edifício ou recinto onde o sistema está instalado, isto é, a presença, ou não, de vigilância permanente.

No caso da existência de vigilância permanente, o sistema pode estar em situação “dia” o que permitirá reconhecimento e confirmação do alarme. Caso não exista vigilância, o sistema deve encontrar-se em modo “noite”, no qual as temporizações poderão estar anuladas e o alarme às forças de socorro deve ser imediato.

Na figura seguinte apresenta-se um possível fluxograma da organização dum sistema automático de detecção de incêndios, onde se considera que qualquer alarme originado num botão de alarme é sempre verdadeiro, enquanto um alarme originado por um detector automático carece de verificação, caso o sistema se encontre no modo dia.

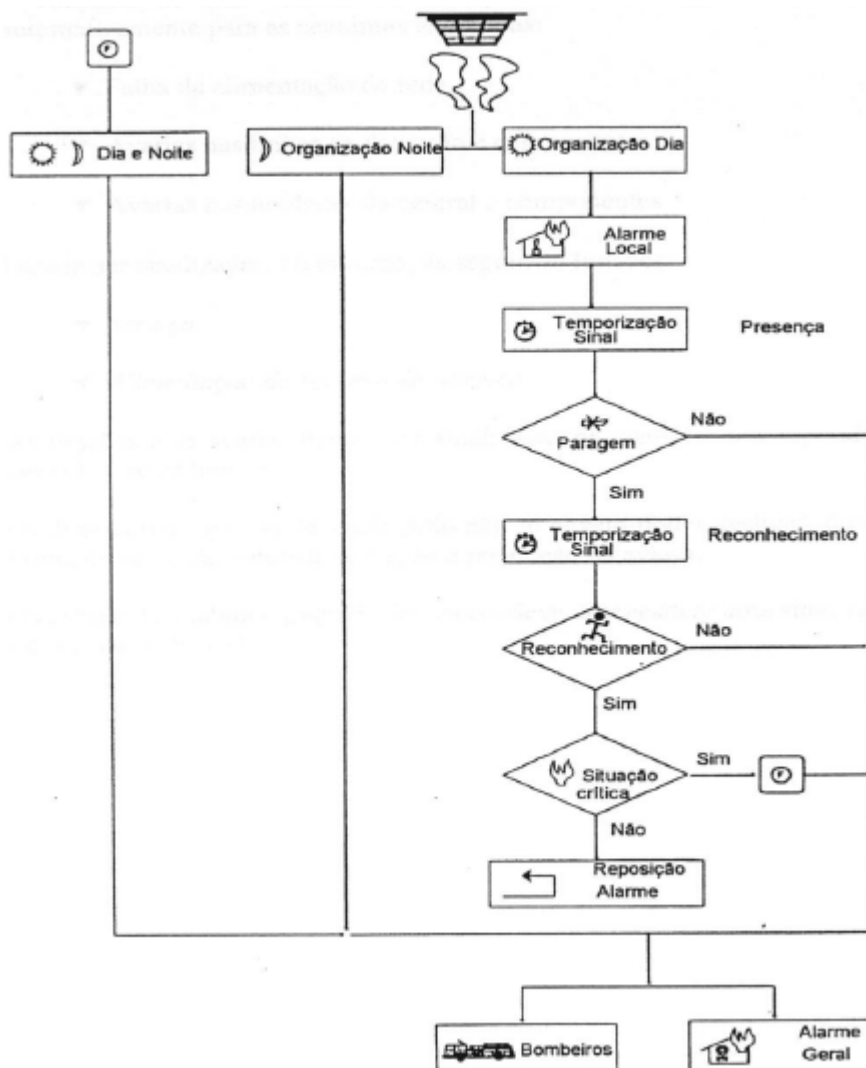


Fig.22 – Fluxograma da organização de alarme [11]

Em Portugal, o planeamento de trabalhos de concepção, projecto, instalação e exploração dos SADI era feito seguindo a Regra Técnica nº 4 dos Seguros, que neste momento se encontra descontinuada. Actualmente, as indicações que a Autoridade Nacional de Protecção Civil recomenda a seguir são as elaboradas pelo Comité Européen des Assurances (CEA), nomeadamente a CEA 4040, de Julho de 2003, “Planning and Installation for Automatic Fire Detection and Fire Alarm Systems”, bem como a norma EN 54, do Comité Europeu de Normalização (CEN), dedicada à detecção de incêndios, nomeadamente o projecto da parte 14, “Especificações técnicas para planeamento, projecto, instalação, colocação em serviço, exploração e manutenção”.

A partir desses documentos, a ANPC elaborou a Nota Técnica nº12, complementar ao RJ-SCIE, dedicada aos sistemas automáticos de detecção de incêndios, onde se descrevem os conceitos de projecto, instalação, configuração e manutenção dos SADI e que serviu como principal fonte para este trabalho.

Seguindo essas regras, existem quatro etapas que se devem seguir para o planeamento dum SADI.

A primeira etapa consiste no levantamento, tendo em atenção o cumprimento do RJ-SCIE, das necessidades do edifício no que diz respeito à detecção de incêndios:

- Protecção total ou parcial
- Tipo de sistema a ser instalado
- Interação do sistema com outras medidas de protecção de incêndio

A segunda etapa é o planeamento e projecto do sistema, que deve incluir:

- A selecção do tipo de detector para os diversos locais do edifício
- A subdivisão do edifício em zonas de detecção e/ou alarme
- O dimensionamento do sistema de controlo e do visionamento das suas indicações
- O dimensionamento das fontes de alimentação

A terceira etapa é o processo de instalação e interligação dos equipamentos.

A quarta etapa é a verificação técnica do sistema e do seu correcto funcionamento. Assume-se que a verificação técnica inicial seja executada pelo instalador, ao que se seguirá uma verificação feita em associação com o dono de obra, ou um seu representante, e com a identidade fiscalizadora.

Após a entrega do sistema ao dono de obra, o desempenho satisfatório dependerá dum exploração e manutenção adequada.

5.2. TIPOS DE PROTECÇÃO

Tal como visto no capítulo 3, o RJ-SCIE estabelece as configurações dos SADI, conforme as UT e as categorias de risco.

No levantamento de risco de cada área devem ser considerados os seguintes aspectos:

- Probabilidade de ignição
- Probabilidade de propagação no interior do compartimento de origem
- Probabilidade de propagação para lá do compartimento de origem
- As consequências de um incêndio (probabilidade de morte, ferimentos, perda de bens, danos ambientais)
- A existência de outras medidas de protecção contra incêndios

Os tipos de protecção possíveis são:

- Protecção total: protecção de todas as partes do edifício
- Protecção parcial: protecção de um ou mais compartimentos corta-fogo dentro do edifício
- Protecção dos caminhos de evacuação: protecção restrita aos meios necessários para garantir que os caminhos de evacuação possam ser utilizados antes de serem bloqueados pelo incêndio ou fumo
- Protecção local: protecção de um equipamento ou função específicos (que não caminhos de evacuação) dentro do edifício, não constituindo necessariamente o total de um compartimento corta-fogo.
- Protecção de um equipamento: protecção de um aparelho ou equipamento específico

5.2.1. PROTECÇÃO TOTAL

Um sistema de protecção total é um SADI cobrindo todos os espaços de um edifício, excepto os especificados no parágrafo seguinte, incluindo os espaços confinados, designadamente delimitados por tectos falsos com mais de 0,8 m de altura ou por pavimentos sobrelevados em mais de 0,2 m, desde que neles passem cablagens ou sejam instalados equipamentos ou condutas susceptíveis de causar ou propagar incêndios ou fumo.

As áreas cobertas que não necessitam de protecção automática são:

- Quartos de banho, zonas de duche, ou sanitários, desde que não sejam utilizadas para armazenagem de combustíveis ou lixo
- Vazios verticais ou condutas verticais para cabos com secções inferiores a 2 m², desde que sejam devidamente protegidas contra o fogo e estanques ao fogo no atravessamento de pisos, tectos ou paredes, e que não contenham cabos relacionados com sistemas de emergência (a menos que os cabos tenham uma resistência ao fogo de, pelo menos, 30 minutos)
- Armazéns de alimentos congelados, sem ventilação, com volume inferior a 20 m³
- Vazios (incluindo chão e tecto falso) desde que se verifique uma das seguintes condições:
 1. Menos de 0,8 m para o tecto falso e 0,2 m para o chão falso, ambos em altura
 2. Menos de dez metros de comprimento
 3. Menos de dez metros de largura
 4. Totalmente separados de outras áreas por materiais incombustíveis
 5. Não contenham cargas de incêndio superiores a 25 MJ/m²
 6. Não contenham cabos relacionados com o sistema de emergência (a menos que os cabos tenham uma resistência ao fogo de, pelo menos, 30 minutos)

5.2.2. PROTECÇÃO PARCIAL

Um sistema de protecção parcial é um SADI cobrindo apenas algumas partes do edifício, normalmente as mais vulneráveis.

As envolventes de um sistema de protecção parcial devem ter compartimentação corta-fogo e, no interior destas envolventes, a protecção deve ser idêntica ao do sistema de protecção total.

No caso de se utilizar um sistema de protecção parcial, devem ser especificadas quais as zonas do edifício a proteger.

5.2.3. PROTECÇÃO DOS CAMINHOS DE EVACUAÇÃO

Um sistema que apenas proteja os meios de evacuação deve alertar para um incêndio a tempo de as pessoas saírem antes de serem afectadas pelo fumo ou calor.

Tal sistema não assegura a protecção às pessoas que possam estar no local onde se desencadeou o incêndio, sendo o objectivo fornecer informação aos que não estiverem imediatamente envolvidos.

Geralmente, os detectores de fumo instalados nos caminhos de evacuação devem dar o alerta de incêndio a tempo de as pessoas saírem por esses caminhos. Contudo, nalguns casos de incêndio em compartimentos adjacentes a caminhos de evacuação, verifica-se o arrefecimento do fumo após passar através de aberturas estreitas (tais como fendas de portas), podendo causar uma cortina de fumo a meia altura, impedindo o funcionamento atempado dos detectores de tecto. Nos casos em que se considera possível esse arrefecimento, devem colocar-se detectores de incêndio nos compartimentos adjacentes aos caminhos de evacuação.

5.2.4. PROTECÇÃO LOCAL

A protecção local pode ser feita para funções particulares, especialmente requeridas para áreas de alto risco ou equipamentos especiais.

A área local a proteger não necessita ser isolada, podendo fazer parte de uma área total, ou parcialmente protegida, sendo-lhe atribuído um nível mais elevado de protecção que o da área envolvente.

A protecção local pode, por si própria, garantir protecção adequada contra incêndios que se iniciem no local protegido, mas garante pouca ou nenhuma protecção para incêndios que se iniciem fora dessa área.

5.2.5. PROTECÇÃO DE EQUIPAMENTOS

A protecção de equipamentos destina-se a proteger contra incêndios que se iniciem no interior desse equipamento. Os detectores utilizados para este tipo de protecção podem ser instalados dentro do próprio equipamento, de forma a poder detectar o incêndio numa fase anterior à dos detectores de protecção geral, ou recorrer-se ao uso de câmaras de aspiração ou análise.

Tal como no caso da protecção local, estes detectores apenas garantem a protecção contra incêndios que se iniciem no equipamento em causa, enquanto que para incêndios que se iniciem fora oferecem pouca, ou nenhuma protecção.

5.3. CONCEPÇÃO E PROJECTO

5.3.1. COMPONENTES DO SISTEMA

Todos os componentes do sistema deverão cumprir com os requisitos da norma europeia EN 54-13, tendo sido avaliados ou ensaiados de acordo com essa norma, ou ser aprovados segundo o esquema de Aprovação Técnica Europeia (ETA), que se aplica a produtos para os quais não exista Norma Europeia harmonizada aplicável a esse produto, aplicando-se fundamentalmente a produtos de carácter inovador.

5.3.2. AVARIAS

As sinalizações de avarias devem estar de acordo com as Normas Europeias EN 54-2 e EN 54-4.

O sistema deve ser concebido de forma que uma avaria num único cabo condutor em qualquer circuito individual não possa impedir a correcta operação de mais que uma das seguintes funções:

- Detecção automática de incêndios
- Operação das botoneiras de alarme manual
- Actuação dos alarmes sonoros de fogo
- Transmissão ou recepção de sinais para ou de dispositivos de entrada/saída
- Início da operação de equipamentos auxiliares

Nos casos em que um único equipamento possua mais que uma função, por exemplo, detector combinado com sirene, a caixa deve conter isoladores para limitar o efeito da avaria de um único cabo.

O circuito deve ser concebido de modo que, no caso de ocorrer um único curto-circuito ou avaria de interrupção de circuito:

- Não fiquem inoperativos mais de 32 dispositivos
- Todos os dispositivos inoperativos por causa da avaria se situem na mesma zona
- Todos os dispositivos inoperativos por causa da avaria tenham a mesma função

Uma avaria num único cabo não deve impedir:

- O desencadear de um sinal de alarme numa área maior do que o permitido para uma única zona de detecção
- A actuação de um alarme sonoro numa área maior do que o permitido para uma única zona de alarme
- A operação de todos os sinais sonoros de alarme do edifício (no mínimo uma sirene tem de ficar operacional)

Duas avarias em qualquer circuito individual não podem impedir a operação tanto de detectores, como de botões de alarme manual ou dispositivos de alarme num piso com uma área superior a 10000 m², ou mais de cinco compartimentos corta-fogo, prevalecendo a menor.

5.3.3. ATMOSFERAS PERIGOSAS

Quando for necessário instalar equipamentos de detecção de incêndios em áreas que apresentam um risco potencial de explosão de poeiras, vapores ou gases combustíveis, deve utilizar-se equipamento adequados (tipo EX) e cumprir as regras especiais de cablagens para atmosferas perigosas.

5.3.4. DIVISÃO DE ZONAS

A divisão do edifício em zonas de detecção e alarme deve satisfazer os requisitos da estratégia da resposta a um alarme de incêndio, devendo ter-se particular atenção a essa divisão, quando o sistema de detecção de incêndios é utilizado para activar outros dispositivos de protecção. Quando o alarme é comum a todo o edifício, deixa de ser necessária a divisão em zonas de alarme.

O edifício deve ser dividido em zonas de detecção que permitam a determinação rápida do local de origem do alarme, a partir das indicações fornecidas pelo equipamento de sinalização.

Sinais provenientes de botões de alarme manuais devem ser identificados para evitar possíveis informações confusas.

A divisão por zonas deve ter em conta a compartimentação interior do edifício, a presença de possíveis obstáculos e a presença de riscos especiais.

Em instalações protegidas por SADI, as zonas devem estar de acordo com o seguinte:

- A área de pavimento de uma zona não deve exceder os 1600 m²
- No caso de as zonas incluírem mais de cinco salas, deve ser indicado qual o detector accionado através da unidade de controlo e sinalização e através de indicadores de acção remotos, instalados no exterior de cada porta
- Quando uma zona se prolonga para lá de um único compartimento corta-fogo, os limites da zona devem ser os limites dos compartimentos corta-fogo e a área dessa zona não deve exceder os 400 m²
- Uma zona deve ser restrita a um só piso, a menos que:
 - A zona se aplique a uma caixa de escada, túnel de cabos ou de elevadores, ou estrutura similar que se prolongue para além de um piso, mas dentro de um compartimento corta-fogo
 - A área total do edifício seja inferior a 300 m²

5.3.5. SELECÇÃO E LOCALIZAÇÃO DE DETECTORES E DE BOTÕES MANUAIS

Nos factores que condicionam a selecção do tipo de detector, incluem-se os seguintes:

- Requisitos legais
- Materiais existentes no local e as manifestações da sua combustão
- Configuração do local (nomeadamente pé direito)
- Efeitos da ventilação e do aquecimento
- Condições ambientais no interior dos compartimentos vigiados
- Possibilidade de falsos alarmes

Os detectores seleccionados devem ser, na generalidade, os que proporcionarem mais rapidamente um alarme fiável nas condições do local onde serão instalados. No capítulo anterior, sobre detectores automáticos, nomeadamente nos pontos 4.4 e 4.5, encontram-se alguns passos que devem ser seguidos para a selecção do tipo de detector mais apropriado a cada caso e para a distribuição e localização dos detectores respectivamente.

Em relação aos botões de alarme manual, devem ter o mesmo método de operação e serem todos do mesmo tipo em cada edifício. Devem também ser claramente diferenciados de qualquer outro dispositivo presente no edifício.

Os botões de alarme manual devem situar-se em caminhos de evacuação, junto a cada porta de acesso a escadas de emergência (dentro ou fora) e em cada saída para o exterior. Também podem situar-se próximos de zonas de riscos especiais como, por exemplo, cozinhas.

Devem ser claramente visíveis, identificáveis e de fácil acesso, devendo ter-se particular atenção no posicionamento em edifícios onde existam pessoas com dificuldades motoras.

Os botões de alarme devem ser localizados de modo a que nenhuma pessoa dentro das instalações tenha que percorrer mais de 30 m para chegar a um botão de alarme manual, devendo essa distância

ser reduzida em locais onde os previsíveis utilizadores possam ser deficientes motores ou em casos de riscos de incêndio particulares.

Na generalidade, devem situar-se entre 1,2 m e 1,6 m acima do solo.

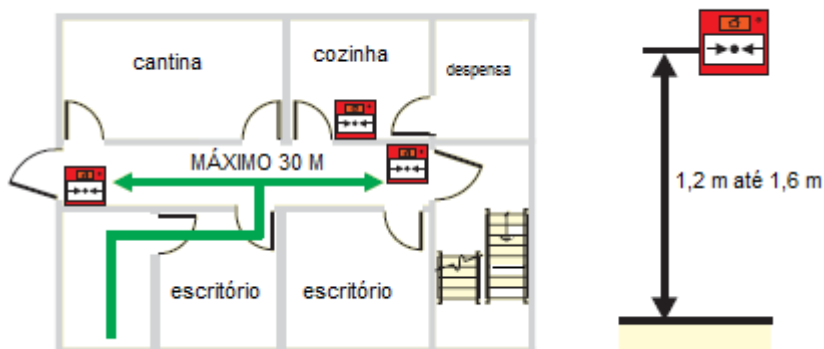


Fig.23 – Posicionamento de botões de alarme manuais [10]

5.3.5.1. Identificação

A central de detecção pode ser capaz de identificar individualmente o detector ou botão de alarme manual onde foi desencadeado o alarme. Nesse caso, deve ser estabelecido um método capaz de relacionar a indicação da CDI com o detector respectivo. Um método possível é a utilização de etiquetas, onde se colocam números ou letras de indicação nos detectores e botões, ou próximo deles, duplicando a informação dada pela CDI. Esta informação deve ser visível do chão, sem necessidade de utilizar escadas ou qualquer outro equipamento. Caso os detectores estejam escondidos, como em tecto ou chão falso, deve-se colocar uma duplicação da identificação que seja visível do chão.

5.3.6. DISPOSITIVOS E EQUIPAMENTOS DE ALARME

O método de dar o alarme aos ocupantes de um edifício deve estar de acordo com os requisitos da estratégia da resposta a um alarme de incêndio.

Nalguns casos, os procedimentos de segurança podem requerer que o alarme seja dado inicialmente ao pessoal de segurança treinado para situações de incêndio, que poderá tomar a seu cargo as operações subsequentes no edifício. Nesses casos, não será necessário dar imediatamente o alarme geral de incêndio, devendo, no entanto, haver um dispositivo que permita a emissão do alarme geral.

Qualquer alarme de incêndio, de forma a ser reconhecido por todos, deve ser dado, pelo menos, por meios audíveis, tais como dispositivos de alarme acústicos, ou sistemas de alarme por voz, devendo o sistema estar concebido para não permitir que, em caso de alarme, outros dispositivos acústicos possam transmitir em simultâneo com o sinal de alarme.

O nível de som gerado pelo sinal sonoro de alarme deverá ser imediatamente audível acima de qualquer ruído ambiente, devendo ser o mesmo som para todas as partes do edifício.

Em zonas em que sinais sonoros possam não ser eficazes, tais como zonas com elevado ruído de fundo, ocupantes com dificuldades auditivas, ou obrigatoriedade de utilização de protecção auricular,

deve usar-se sinalização óptica e/ou táctil como complemento da sinalização sonora, não devendo ser utilizados isoladamente.

5.3.6.1. Níveis sonoros

O som de alarme de incêndio deve ter um nível mínimo de 65 dB(A), sendo sempre 5 dB(A) superior a qualquer outro ruído que possa persistir por mais de 30 s, não podendo exceder os 120 dB(A) em qualquer ponto onde possam estar pessoas. Caso se pretenda que o alarme desperte pessoas adormecidas, o nível sonoro à cabeceira da cama deve ser no mínimo 75 dB(A).

5.3.6.2. Frequência Sonora

O som de alarme de incêndio deve estar numa faixa de frequência audível aos ocupantes normais do edifício. Dessa forma, o som de alarme deverá ter uma parte significativa da sua energia entre os 500 Hz e os 2000 Hz.

5.3.6.3. Dispositivos de Alarme

O número e tipo de equipamentos de alarme de incêndio devem ser os suficientes para produzir o nível de som recomendado. Em cada edifício, devem ser instaladas pelo menos duas sirenes, mesmo que uma seja suficiente. Em cada compartimento corta-fogo deve haver pelo menos uma sirene.

5.3.6.4. Continuidade Sonora

O som do alarme de incêndio deve ser contínuo, podendo, em situações especiais e como informação adicional, ser usadas sirenes intermitentes ou com variação em frequência ou amplitude, caso não exista possibilidade de interpretação errada por parte de visitantes.

5.3.6.5. Sistemas de Alarme por Voz

Os sistemas de alarme por voz devem ser configurados de forma a garantir o seguinte:

- Devem ser desencadeados automaticamente como resposta, imediata ou temporizada, a um qualquer sinal de incêndio
- Devem ser curtas, claras e inequívocas
- O nível sonoro deve cumprir os mesmos requisitos expostos no ponto 5.3.6.1, com a diferença de ter de ser sempre 10 dB(A) superior a qualquer outro ruído que persista mais de 30 s.
- O som recebido deve ser compreensível
- O intervalo de tempo entre mensagens sucessivas não pode exceder os 30 s e sempre que exceder os 10 s devem ser intercaladas com sons de sirenes convencionais
- Durante a condição de alarme de incêndio, todas as outras fontes de som devem ser desligadas automaticamente, excepto o(s) microfone(s) de alarme de incêndio e os módulos de voz que dão o aviso
- Quando a rotina em caso de incêndio requeira mensagens dadas por uma pessoa, devem ser designados um ou mais microfones, limitados a pessoas autorizadas, para ser usados para anúncios e instruções relacionados com o incêndio.

5.3.6.6. Uso do Alarme Sonoro Para Outros Fins

Em geral, o alarme de incêndio só pode ser usado para outros fins, se a resposta pretendida for idêntica à requerida em caso de incêndio, como por exemplo, evacuação imediata da área em que soa o alarme, utilizando os caminhos de evacuação.

5.3.7. CENTRAL DE DETECÇÃO DE INCÊNDIOS - CDI

5.3.7.1. Localização

Ao escolher qual o sítio para instalar a CDI, deve ter-se em atenção as seguintes condições:

- Sinalizações e comandos devem ser facilmente acessíveis a bombeiros e pessoas responsáveis do edifício
- Iluminação deve permitir fácil leitura de etiquetas e indicações visuais
- O nível de ruído de fundo deve permitir a audição de indicações sonoras
- Meio ambiente deve ser limpo e seco
- O risco de danos mecânicos para o equipamento deve ser baixo
- O risco de incêndio deve ser baixo e a zona deve ser protegida com pelo menos um detector automático

Se a CDI estiver localizada em mais que um armário, para além das especificações indicadas acima, deve ter-se em atenção:

- As ligações entre caixas devem ser adequadamente protegidas contra incêndios e danos mecânicos
- Os dispositivos de monitorização de falhas devem cobrir as interligações entre caixas
- A CDI deve localizar-se preferencialmente em áreas permanentemente assistidas

No caso de ser necessário montar a CDI em ambientes que não sejam limpos e secos, em que haja risco de danos mecânicos, ou em que exista risco elevado de incêndio, devem ser tomadas medidas especiais para protecção do equipamento.

5.3.7.2. Painéis Repetidores de Sinalização e de Controlo

Nos casos em que a CDI se encontre afastada do local de entrada dos bombeiros, em que existam várias entradas ou quando a área em que se encontra instalado o equipamento não for permanentemente assistida, pode ser necessário colocar painéis repetidores que permitam a visualização de informação e o controlo a partir de diferentes locais. Nestes casos, deve garantir-se que não possam ser dadas ordens contraditórias provenientes de diferentes locais.

5.3.7.2. Localização de Alarmes

Deve ser rápido e fácil relacionar as indicações dadas pelos equipamentos de controlo e sinalização com a posição geográfica de qualquer detector ou botão de alarme manual.

Para tal, pelo menos um dos seguintes dispositivos deve existir como complemento à zona de detecção:

- Quadros de zonas de detecção
- Mapas de zonas de detecção

- Painel mímico
- Indicadores de acção remota
- CDI com pontos endereçáveis

Próximo do equipamento de controlo deve localizar-se o mapa de zonas, ou conjunto de quadro de zonas ou painel mímico. Para facilitar a intervenção, interna ou externa, pode ser necessário colocar mais mapas ou quadros de zonas noutros sítios.

5.3.8. FORNECIMENTO DE ENERGIA

Deve garantir-se que o equipamento de alimentação consiga satisfazer os requisitos máximos do sistema em qualquer altura.

5.3.8.1. Alimentação Principal

A alimentação principal do sistema deve ser assegurada pela rede pública, podendo utilizar-se energia proveniente dum sistema privado de geração de energia, desde que apresentem no mínimo a mesma fiabilidade da rede pública ou em sítios onde não exista rede pública disponível.

A alimentação principal do sistema de detecção de incêndios deverá ser equipada com um dispositivo apropriado, destinado a protegê-la por isolamento, posicionado o mais próximo possível do local de entrada da alimentação no edifício.

Deverão ser tomadas providências (placas sinalizadoras ou restringindo o acesso) no sentido de evitar que a alimentação principal possa ser desligada por pessoas não autorizadas.

5.3.8.2. Alimentação de Emergência

Em caso de falha na alimentação principal, a energia de emergência deve ser assegurada por uma bateria. A capacidade dessa bateria deve ser suficiente para alimentar o sistema durante as falhas expectáveis na alimentação principal, ou de permitir a intervenção de medidas correctivas, ou seja, deve ser capaz de manter o sistema em operação por, pelo menos, 72 h, após o que deverá manter capacidade suficiente para alimentar a carga de alarme por, pelo menos, 30 minutos.

A capacidade pode ser reduzida para 30 h nos casos em que haja notificação imediata de avaria, por supervisão local ou remota do sistema, e estiver em vigor um contracto de manutenção e assistência técnica que preveja um período máximo de reparação inferior a 24 h. Pode ainda ser reduzida para 4 h caso estejam permanentemente disponíveis no local peças sobresselentes, pessoal de reparação e um grupo gerador de emergência. Caso falte uma destas condições, a capacidade mínima deve ser de 12 h.

Deve escolher-se baterias com uma capacidade superior à necessária em 25%, pois, com o aumento de idade, a capacidade das baterias vai diminuindo.

Em alguns casos, a energia poderá provir de geradores de emergência ou unidades de alimentação ininterrupta (UPS). Nestes casos continua a ser obrigatório a presença duma bateria, podendo a sua capacidade ser menor. Deverão também estar previstas medidas que permitam repor o combustível de reserva dos geradores antes que esgote.

5.3.9. ALERTA

Um sistema de detecção automático de incêndios só é efectivamente eficaz se a transmissão do alarme aos bombeiros for rápida. A melhor forma de o fazer é utilizando ligações automáticas aos bombeiros, de preferência directas, ou alternativamente, através de outras centrais de recepção e monitorização de alarmes.

As ligações automáticas devem ser, de preferência, monitorizadas para que qualquer falha seja indicada na central de recepção e monitorização de alarmes ou no equipamento de controlo e sinalização.

Em locais permanentemente ocupados, a transmissão do alarme pode ser feita manualmente por telefone, tanto para um número previamente acordado com os bombeiros, como para o número de emergência nacional. Neste caso, deve ser assegurada a presença de vários telefones, de forma a evitar atrasos na chamada dos bombeiros.

Mesmo havendo transmissão automática, se o edifício estiver ocupado na altura do incêndio, o alarme deve ser confirmado manualmente por telefone.

5.3.10. OUTROS EQUIPAMENTOS OU SISTEMAS

Como complemento aos objectivos iniciais de detecção e alarme, a sinalização do sistema deve ser utilizada também para accionar, directamente ou não, equipamentos auxiliares, tais como:

- Equipamentos de extinção
- Portas corta-fogo
- Sistemas de controlo de fumo
- Registos corta-fogo
- Paragem da ventilação
- Controlo de elevadores
- Portas de segurança

A operação, ou o mau funcionamento de algum dos itens do equipamento auxiliar, não deve colocar em risco o funcionamento do sistema de detecção de incêndio ou interromper a transmissão de sinal para outro equipamento auxiliar.

5.3.11. APLICAÇÕES EM RISCOS ESPECIAIS

Riscos especiais são aqueles que requerem uma atenção e conhecimento particulares, na concepção e escolha dos equipamentos, no posicionamento e espaçamento dos detectores ou na configuração dos circuitos. São consideradas áreas de risco especial, por exemplo:

- Áreas e equipamentos de processamento electrónico e outros riscos eléctricos
- Armazenamento em altura
- Edifícios com átrios comuns
- Áreas perigosas
- Áreas exteriores

5.3.11.1. Áreas de Processamento Electrónico

Na concepção de sistemas de detecção automática de incêndios para salas contendo equipamentos electrónicos, tais como computadores ou equipamento de comutação telefónica, deve-se dar especial atenção aos seguintes aspectos:

- Disposições adoptadas para controlar a ventilação e a climatização ambiente
- Efeitos de elevados caudais de ventilação e de velocidades elevadas do ar
- Fecho de registos corta-fogo e de outros dispositivos de obturação, em resposta a sinais emitidos pelo sistema de detecção de incêndios
- Disposições adoptadas para a paragem do equipamento ou corte da sua fonte de alimentação em caso de incêndio
- Disposições para a paragem do equipamento de ventilação e climatização ambiente em caso de incêndio
- Necessidade de detecção de incêndios em espaços confinados, tais como acima de tectos falsos e abaixo de chão falso

Podem ser apropriados tipos especiais de detectores (detecção por aspiração), particularmente quando exista protecção local dos bastidores informáticos.

5.3.11.2. Armazenamento em Altura

Devido à vasta gama de tipos de armazenamento em altura e dos seus possíveis conteúdos, é essencial uma prévia consulta entre o utilizador e as outras partes interessadas.

São normais, nestes casos, velocidades de propagação de fogos bastante elevadas, pelo que esse efeito tem de ser levado em conta no planeamento da rotina de organização de alarme.

Os armazenamentos em altura são geralmente protegidos por sistemas automáticos de extinção, pelo que deve ser considerada a interligação entre o sistema de detecção e o sistema de extinção.

5.3.11.3. Edifícios com Átrios Comuns

Nos átrios de edifícios é importante que todos os meios de protecção contra incêndios (incluindo compartimentação de incêndio, controlo de fumos, extinção de incêndio, etc., bem como todo o sistema de detecção e alarme de incêndios) estejam coordenados e que as respectivas interacções sejam adequadamente controladas.

No caso em que os meios de protecção contra incêndios sejam fornecidos e instalados por várias organizações diferentes, é normalmente necessário que estas organizações actuem em conjunto, a fim de garantir a coordenação necessária.

5.3.11.4. Áreas Perigosas

Em edifícios onde existam riscos elevados, como por exemplo, explosão, químicos, biológicos ou nucleares, que afectem significativamente a concepção dum sistema de detecção automática, é necessária uma estreita colaboração entre o comprador e os projectistas e instaladores do sistema de detecção e alarme de incêndios.

Nestes casos, deverão seguir-se as recomendações presentes na regulamentação nacional.

5.3.11.5. Áreas Exteriores

Sempre que a totalidade ou parte de um sistema de alarme de incêndio for instalada numa área exterior, deve dar-se especial atenção aos seguintes factores:

- Condições ambientais
- Escolha e posicionamento dos detectores
- Prevenção de falsos alarmes

5.4. INSTALAÇÃO DOS SISTEMAS

5.4.1. TIPOS DE CABOS

Os cabos devem satisfazer todos os requisitos especificados pelo fabricante ou fornecedor do equipamento, devendo ser dada particular atenção à capacidade condutora e à atenuação do sinal.

Deve ser evitada, sempre que possível, a utilização de uniões para além das que estão contidas em caixas de equipamento. Nas situações em que tal não é possível, as uniões devem ser encerradas em caixa de junção adequada, acessível e devidamente identificada, de modo a evitar confusões com outros serviços.

Os métodos de junção e terminação devem ser escolhidos de forma a minimizar qualquer redução na fiabilidade e resistência ao fogo.

5.4.2. DUCTOS, CONDUTAS E CALEIRAS

Se utilizados, as dimensões dos ductos e condutas deverão permitir a fácil instalação e remoção dos cabos. Deverão também possuir tampas amovíveis para permitir acesso.

5.4.3. CAMINHOS DE CABOS

Os cabos de transporte de energia ou sinalização de um sistema de detecção e alarme de incêndio devem ser colocados de forma a evitar efeitos adversos no sistema. Os factores a considerar devem incluir:

- Interferência electromagnética a níveis que possam impedir um correcta operação
- Danos possíveis causados pelo fogo
- Possíveis danos mecânicos
- Danos devido ao trabalho de manutenção em outros sistemas

Os cabos de detecção de incêndio e sistema de alarme devem ser separados de outros cabos através de divisórias isolantes ou ligadas à terra, ou separados por uma distância adequada.

Todos os cabos e outras partes metálicas do sistema devem estar bem separados de quaisquer elementos metálicos do sistema de protecção contra descargas eléctricas atmosféricas.

5.4.4. PROTECÇÃO CONTRA INCÊNDIO

Sempre que possível, os cabos devem ser instalados em áreas de baixo risco de incêndio. Caso seja necessário a sua instalação noutras áreas, devem ser utilizados cabos resistentes ao fogo, ou dotá-los de uma protecção contra incêndio.

Os cabos que necessitem funcionar durante mais de um minuto após a detecção de incêndio devem ser capazes de resistir a efeitos de um fogo durante pelo menos 30 minutos, ou possuírem protecção conveniente que os faça resistir durante o mesmo período de tempo.

5.4.5. PROTECÇÃO CONTRA DANOS MECÂNICOS

Para além dos cabos deverem ser instalados em locais devidamente protegidos, os cabos deverão possuir robustez mecânica, ou deverão possuir uma protecção mecânica adicional.

5.4.6. PROTECÇÃO CONTRA INTERFERÊNCIAS ELECTROMAGNÉTICAS

De forma a prevenir danos e falsos alarmes, o equipamento (incluindo cablagem) não deve ser instalado em locais com níveis elevados de interferências electromagnéticas (níveis superiores aqueles a que o equipamento foi testado). Se tal não for possível, deve-se providenciar uma protecção electromagnética adequada.

5.4.7. DOCUMENTAÇÃO

O projectista deve fornecer documentação suficiente, de forma a permitir ao instalador executar correctamente a instalação. No mínimo, deve fornecer um desenho mostrando o tipo e a localização dos dispositivos e um diagrama esquemático mostrando as suas interligações.

O fornecedor ou fabricante, se não for a mesma empresa que o instalador, deve fornecer a documentação complementar para uma correcta instalação e interligação dos equipamentos.

5.5. EXPLORAÇÃO DOS SISTEMAS

5.5.1. RECEPÇÃO DA INSTALAÇÃO

O técnico responsável pela instalação deve efectuar uma inspecção visual, de forma a assegurar que o trabalho foi executado de forma correcta, que os materiais e componentes utilizados estão de acordo com o especificado e com o projecto.

O técnico responsável deve também testar e verificar o funcionamento do sistema instalado, nomeadamente:

- Funcionamento de todos os detectores e botoneiras
- A informação dada pela CDI é correcta e está de acordo com os requisitos documentados
- Qualquer ligação a uma central receptora de alarmes de fogo ou central receptora de avisos de avaria está a funcionar e que as mensagens são correctas e claras
- Os dispositivos de alarme operam dentro dos limites impostos
- Todas as funções auxiliares podem ser activadas
- Foram fornecidos todos os documentos e instruções requeridos

Antes de se proceder à verificação da instalação deverá ser previsto um período preliminar, de forma a verificar a estabilidade do sistema nas condições ambientais habituais do local.

A verificação e aceitação do SADI deve ser realizada, pelo menos, pelo responsável do instalador e pelo dono de obra ou seu representante, sendo desejável também a presença do projectista. Pode-se

aproveitar esta mesma recepção para estar presente o delegado da entidade emissora do parecer e que tem a missão de fiscalização. Caso contrário, essa vistoria terá de ser realizada posteriormente.

Os testes de aceitação consistem em:

- Verificar que foram fornecidos todos os documentos necessários à elaboração dos procedimentos ou planos de prevenção
- Inspeções visuais que confirmem a concordância do equipamento instalado com o projecto e as especificações
- Testes funcionais sobre a operação correcta do sistema, operando um número acordado de dispositivos de detecção do sistema

5.5.2. DOCUMENTAÇÃO

Devem ser fornecidos ao responsável de segurança ou pessoa responsável pela exploração das instalações, as instruções adequadas de utilização, os cuidados de rotina a observar e os testes do sistema instalado, para além das plantas e da memória descritiva do sistema instalado.

O técnico responsável pela instalação deve fornecer ao dono de obra um certificado de verificação técnica assinado.

5.5.3. RESPONSABILIDADE

Quando a verificação estiver completa, de acordo com as solicitações do dono de obra, o sistema deverá ser considerado como formalmente entregue. Após a entrega, a responsabilidade pelo sistema, passa para o dono de obra.

5.6. MANUTENÇÃO

Para assegurar o funcionamento correcto e continuado do sistema, este deve ser regularmente inspeccionado e assistido, devendo esse processo ser iniciado logo após a instalação, independentemente do edifício estar ocupado ou não.

Geralmente, deve ser feito um acordo entre o dono de obra e uma entidade competente para manutenção, assistência técnica e reparação, devendo especificar-se as formas de ligação adequadas para providenciar o acesso às instalações e o prazo no qual o equipamento deve ser reposto em condições de funcionamento após avaria. O nome e número de telefone da empresa de assistência técnica devem estar afixados na CDI.

5.6.1. ROTINA DE MANUTENÇÃO

Deve ser implementada uma rotina de manutenção e assistência técnica destinada a assegurar o funcionamento correcto e continuado do sistema em condições normais. Esta rotina consiste em verificações diárias, mensais, trimestrais e anuais, devendo qualquer anomalia observada ser registada no livro de registos de ocorrências e a acção correctiva tomada o mais cedo possível.

5.6.1.1. Verificação Diária

O proprietário e/ou operador deve assegurar que diariamente é verificado o seguinte:

- Que todos os painéis indiquem a condição normal ou que qualquer variação dessa condição é registada no livro de registos de ocorrências ou, quando se justifique, reportadas à organização responsável pela manutenção e assistência técnica
- Que qualquer alarme registado recebe a atenção devida
- Que, quando adequado, o sistema é devidamente restaurado depois de qualquer desactivação, teste, ou ordem de silenciar

5.6.1.2. Verificação Mensal

O proprietário e/ou operador deve assegurar que, no mínimo, mensalmente é verificado o seguinte:

- Que qualquer gerador de emergência funciona, que os seus níveis de combustível são verificados e, quando necessário, é reabastecido
- Que o dispositivo de teste de indicadores luminosos funciona e que é registado qualquer defeito

5.6.1.3. Verificação Trimestral

Pelo menos uma vez em cada três meses, o proprietário e/ou operador deve assegurar que uma pessoa competente:

- Verifica todas as entradas no livro de registos de ocorrências e toma as acções necessárias para repor o sistema em operação correcta
- Opera pelo menos um detector ou botão de alarme manual em cada uma das zonas, para testar se a CDI recebe e exhibe o sinal correcto, soa o alarme e acciona qualquer outro sinal de aviso ou dispositivo auxiliar (deve assegurar-se que funções que possam causar danos, como libertação de produto extintor, não sejam executadas)
- Verifica as funções de monitorização de anomalias da CDI
- Verifica a capacidade da CDI de operar qualquer retentor de porta
- Quando permitido, acciona a comunicação de alarme ao corpo de bombeiros ou central receptora de alarmes
- Executa todas as verificações e testes especificados pelo instalador, fornecedor ou fabricante
- Averigua eventuais mudanças estruturais ou ocupacionais que possam ter afectado os requisitos para a localização de botões de alarme, detectores e sirenes

5.6.1.4. Verificação Anual

Pelo menos uma vez por ano, o proprietário e/ou operador deve assegurar que uma pessoa competente:

- Verifica o correcto funcionamento de cada detector, de acordo com as recomendações do fabricante (assegurando que funções que possam causar danos, como libertação de produto extintor, não sejam executadas)
- Efectua uma inspecção visual para confirmar que todos os cabos e equipamentos estão ajustados e seguros, não danificados e adequadamente protegidos

- Efectua uma inspecção visual para verificar se ocorreram mudanças estruturais ou ocupacionais que tenham afectado os requisitos para a localização de botões de alarme manual, detectores e sirenes. Deve também confirmar que um espaço de pelo menos 0,5 m é conservado desimpedido em todas as direcções abaixo de cada detector e que todos os botões de alarme manual permanecem desobstruídos
- Examina e testa todas as baterias. Todas as baterias devem ser substituídas em intervalos que não excedam as recomendações do fabricante

Deve ter-se especial cuidado para garantir que o equipamento foi apropriadamente repostado em condições normais de funcionamento após os ensaios.

Para além da não actuação de funções que possam causar danos, podem excluir-se destas rotinas alguns equipamentos que actuam em simultâneo com o sistema de detecção de incêndios. Caso durante essas rotinas actuem automaticamente alguns dos equipamentos, tal como o fecho de portas corta-fogo, devem informar-se os ocupantes dos possíveis efeitos do ensaio.

5.6.2. ASSISTÊNCIA TÉCNICA ESPECIAL

As rotinas de manutenção descritas anteriormente destinam-se a manter o sistema em condições normais de funcionamento. Podem, no entanto, existir circunstâncias que exijam atenção especial e aconselhamento da entidade prestadora de serviços de assistência.

Tais circunstâncias devem incluir:

- Qualquer incêndio (detectado automaticamente ou não)
- Qualquer incidência anormal de falsos alarmes
- Ampliação, alteração ou decoração das instalações
- Mudança na ocupação ou nas actividades desenvolvidas na área protegida pelo sistema
- Alteração do nível de ruído ambiente ou atenuação de som que motivem a alteração das sirenes
- Dano em qualquer parte do sistema, mesmo que nenhuma avaria seja imediatamente aparente
- Qualquer mudança no equipamento auxiliar
- Uso do sistema antes de estarem completos os trabalhos no edifício e o edifício estar completamente entregue

5.6.3. GARANTIAS

Para além das garantias requeridas pela legislação, o equipamento dos sistemas instalados será normalmente garantido pelos fabricantes ou fornecedores e o desempenho do sistema instalado deve ser garantido por uma das empresas responsáveis pelo fornecimento ou instalação.

5.6.4. REPARAÇÃO E MODIFICAÇÃO

Em caso de:

- Qualquer indicação de mau funcionamento do sistema
- Dano em qualquer parte do sistema
- Qualquer mudança na estrutura ou ocupação das instalações
- Qualquer mudança nas actividades desenvolvidas na área protegida

O proprietário e/ou utilizador deve informar imediatamente a entidade prestadora do serviço de assistência para que sejam tomadas as necessárias medidas correctivas.

5.6.5. SOBRESSELENTES

É conveniente a existência no local de peças sobresselentes (vidros de reserva para os botões de alarme manual, por exemplo).

5.6.6. DOCUMENTAÇÃO

Todos os trabalhos executados no sistema devem ser registados no livro de registo de ocorrências.

No final das inspecções trimestrais e anuais, é recomendável que a entidade responsável pelos testes forneça à pessoa responsável uma confirmação assinada de que os testes recomendados foram efectuados e que qualquer deficiência identificada no sistema foi notificada à pessoa responsável.

5.6.7. RESPONSABILIDADE

A responsabilidade pela manutenção do sistema de detecção de incêndio e de alarme de incêndios pertence ao responsável de segurança, que pode delegar essa responsabilidade.

A manutenção deve ser executada somente por pessoas adequadamente treinadas e competentes para efectuar a inspecção, assistência técnica e reparação do sistema instalado. A responsabilidade deste trabalho recai sobre essas pessoas ou sobre a entidade a que pertencem.

6

Caso Prático – Projecto de Detecção Automática em Edifício de Serviços

6.1. INTRODUÇÃO

Pretende-se, neste capítulo, fazer uma aplicação, da informação contida nos capítulos anteriores, a um edifício de serviços e de forma simples proceder a implementação dum possível sistema automático de detecção de incêndio. Para tal, escolheu-se como edifício em estudo uma biblioteca cujas plantas se encontram em anexo.

6.2. DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO

O edifício em estudo, com r/c e dois andares, adiante designados por piso 0, piso 1 e piso 2 respectivamente, é uma biblioteca que também possui uma sala destinada a concertos ou palestras. Encontra-se distribuído por uma área de implantação de 520 m², com aproximadamente 597 m² de área bruta coberta e 325 m² de área descoberta, divididos pelos 3 pisos.

No piso 0, situam-se as entradas de público e serviço, recepção, zonas de leitura para crianças e adultos e um bar.

No piso 1, situam-se áreas de leitura e consulta de livros.

No piso 2 encontram-se salas de leitura e consulta de livros, área administrativa e uma sala para concertos e palestras.

6.3. LEVANTAMENTO DE NECESSIDADES

6.3.1. UTILIZAÇÃO-TIPO

Tal como já referido, o edifício em estudo é uma biblioteca, pelo que, de acordo com o artigo 8º do RJ-SCIE, se insere na utilização-tipo XI “bibliotecas e arquivos”. No entanto, possui também um espaço para concertos e palestras e um gabinete administrativo, pelo que é necessário verificar se é um edifício de utilização exclusiva ou mista.

De acordo com o ponto 3 do artigo 8º do DL 220/2008, o edifício será de utilização exclusiva caso o gabinete administrativo não possua uma área bruta superior a 10% da área bruta afectada à UT XI e a sala de concertos e palestras não possua um efectivo superior a 200 pessoas.

O gabinete administrativo tem uma área bruta de 20,1 m², logo bastante inferior a 10% do total afecto à UT XI. A sala de concertos e palestras tem aproximadamente 27 m². De acordo com o Quadro XXVII, do artigo 51º, da portaria nº 1532/2008, de 29 de Dezembro e considerando que se trata dum espaço reservado a lugares de pé, em edifícios, de salas de conferência, de reunião e de espectáculos, obtém-se um efectivo de $27 \times 3 = 81$ pessoas.

Trata-se, portanto, de um edifício de utilização exclusiva tipo XI.

6.3.2. RISCO DE INCÊNDIO

Tal como apresentado no Quadro 8, em 3.1.3, os factores que intervêm na classificação do factor de risco de um edifício da UT XI são: altura da utilização-tipo, efectivo, número de pisos abaixo do plano de referência e densidade de carga de incêndio modificada.

6.3.2.1. Altura da utilização-tipo

A altura da utilização-tipo é a diferença de cota entre o plano de referência e o último piso acima do solo, susceptível de ocupação por essa utilização-tipo [6].

Medindo num dos cortes, observa-se que a altura é de 6,6 m.

6.3.2.2. Efectivo

O efectivo calcula-se de acordo com o especificado no artigo 51º da portaria nº 1532/2008, de 29 de Dezembro e com o auxílio do Quadro XXVII do mesmo artigo.

- Piso 0:

Quadro 15 – Efectivo no piso 0

Espaços	Área coberta (m ²)	Índice pessoas/m ²	Efectivo
Átrios	39,5	0,2	8
Espaço de leitura infantil	51,5	0,2	11
Espaço para pequenas leituras	55,5	0,2	12
Bar	26,2	2	53

- Piso 1

Quadro 16 – Efectivo no piso 1

Espaços	Área coberta (m ²)	Índice pessoas/m ²	Efectivo
Espaço de leitura	57,7	0,2	12
Espaço com estantes	15,4	0,2	4

- Piso 2

Quadro 17 – Efectivo no piso 2

Espaços	Área coberta (m ²)	Índice pessoas/m ²	Efectivo
Espaço leitura	50,5	0,2	11
Circulação horizontal	12	0,2	3
Gabinete administrativo	16,2	0,2	4
Espaço concertos/palestras	27	3	81

Somando o efectivo de todos os espaços, obtém-se um efectivo de 199 pessoas no edifício.

6.3.2.3. Número de pisos abaixo do plano de referência

Observando os cortes, é possível verificar que não existem pisos abaixo do plano de referência.

6.3.2.4. Densidade de carga de incêndio modificada

Como não se tem conhecimento da quantidade e da qualidade dos materiais existentes nos compartimentos, o cálculo da densidade de carga modificada é feito recorrendo ao cálculo probabilístico, ou seja, usando a equação 3, apresentada em 2.3.3.2:

$$q_s = \frac{\sum_{i=1}^{Na} q_{si} S_i C_i R_{ai}}{\sum_{i=1}^{Na} S_i} \quad [\text{MJ/m}^2]$$

No Quadro II, presente no anexo do despacho n° 2074/2009 pode-se verificar que, para bibliotecas, o valor de q_{si} é de 2000 MJ/m² e R_{ai} é alto, ou seja, $R_{ai} = 3,0$, de acordo com o artigo 7° do mesmo despacho.

O coeficiente adimensional de combustibilidade (C_i), considerando que o principal material presente é o papel dos livros e que o seu ponto de inflamação é superior a 200 °C (aproximadamente 232 °C), é de risco baixo, ou seja, $C_i = 1$.

Considerando que a área afectada à zona de actividade é o total da área e substituindo os valores na equação 3, obtém-se para a densidade de carga de incêndio modificada:

$$q_s = 6000 \text{ MJ/m}^2$$

6.3.2.5. Categoria de risco do edifício

No Quadro IX do anexo III do DL 220/2008 encontram-se os critérios que definem qual a categoria de risco dum edifício pertencente à UT XI.

Com os resultados de 6.3.2.1 até 6.3.2.4 verifica-se que o edifício pertence à 2ª categoria de risco.

6.3.3. CONFIGURAÇÕES DAS INSTALAÇÕES DE ALARME

No Quadro 10, presente em 3.2.1, observa-se que para um edifício pertencente à UT XI e à segunda categoria de risco, aplica-se a configuração 3 das instalações de alarme, ou seja, de acordo com o Quadro 9 de 3.2.1, o edifício deve ter:

- Botões de alarme manual;
- Detectores automáticos;
- CDI temporizável com: alerta automático, comandos dos sistemas e equipamentos de segurança e fonte local de alimentação de emergência;
- Difusão de alarme no interior.
- Protecção total

6.3.4. TIPO DE SADI

Por se tratar de um edifício de pequenas dimensões, o sistema de detecção mais adequado é o sistema convencional. Nesse tipo de sistema, os detectores são associados em grupos (por zona ou circuito), não podendo exceder os 30 dispositivos por grupo. Desta forma, a CDI não consegue individualizar o detector que produziu o alarme (ao contrário do que acontece nos sistemas endereçáveis), mas detecta um aumento de corrente no circuito ou zona em causa.

O circuito de ligação dos botões de alarme manual é separado do dos detectores, de forma a manter independentes os dois sistemas e permitir distinguir a detecção automática da manual.

Neste tipo de sistemas, utilizam-se normalmente sinalizadores em cada compartimento, ou zona, de forma a localizar mais rapidamente um foco de incêndio. Devem existir, no máximo, dez compartimentos por zona, caso haja sinalização em cada compartimento, ou cinco, caso contrário.

6.3.5. ÂMBITO DA PROTECÇÃO

O tipo de protecção adoptado é a protecção total. Excluem-se da protecção por detecção automática, as casas de banho e a zonas exteriores.

6.3.6. ACTUAÇÃO COM OUTROS EQUIPAMENTOS EM CASO DE ALARME DE INCÊNDIO

O SADI, em caso de incêndio, actuará sobre as instalações de AVAC, comandando o fecho de registos corta-fogo e a paragem dos sistemas de climatização e de ventilação que não intervêm no controlo de fumos.

6.4. PLANEAMENTO E PROJECTO DO SISTEMA

6.4.1. ZONAS DE DETECÇÃO

Como cada piso possui uma área de pavimento inferior a 1600 m², basta dividir o edifício em uma zona por cada piso.

Como cada zona possui menos de cinco salas, não se torna necessária a indicação de qual o detector accionado através de sinalizadores no exterior de cada porta.

6.4.2. ZONAS DE ALARME

A divisão do edifício em zonas de alarme depende das necessidades de diferenciação do tipo de alarmes a desencadear.

Neste caso, como o sinal de alarme pode ser comum a todo o edifício, não é necessária a divisão em zonas de alarme.

6.4.3. SELECÇÃO DOS TIPOS DE DETECTORES

O tipo de detector deve ser o que proporcionar um alarme fiável nas condições ambientais dos locais de instalação.

Para este tipo de edifício, é previsível a ocorrência de fogos de combustão rápida com produção de fumo e aumento rápido de temperatura, pelo que o tipo de detector a usar, na generalidade do edifício, será o detector multissensor óptico e temperatura, com excepção do bar, onde, devido à possível produção de fumos, será utilizado um detector termovelocimétrico e do espaço para pequenas leituras, onde o tecto, com uma altura de 9,6 m, tornaria pouco eficaz o sensor de temperatura, levando à escolha dum detector óptico de fumos por absorção, ou detector de feixe, situado a uma altura de 3 m, garantindo assim que a transmissão de sinal entre emissor e receptor não é facilmente interrompida.

6.4.4. DISTRIBUIÇÃO DOS DETECTORES

O posicionamento dos detectores deve ser de forma a que os produtos resultantes de qualquer incêndio, dentro da área protegida, possam chegar aos detectores sem grande atenuação ou demora.

Dessa forma, os detectores foram posicionados tendo em atenção factores como:

- Área protegida;
- Distância entre qualquer ponto na área vigiada e o detector mais próximo;
- Proximidade de paredes;
- Altura e configuração do tecto;
- Obstruções, ao movimento por convecção, dos produtos resultantes do incêndio.

A escolha da localização dos detectores, bem como dos outros equipamentos do SADI, é visível nas plantas apresentadas em anexo.

O número de detectores por compartimento foi escolhido de acordo com os valores dos Quadros 12 e 13 presentes em 4.5.1.1., de raio de acção e área máxima de vigilância, respectivamente. No caso dos detectores multissensor óptico e de temperatura, o valor adoptado para o raio de acção e a área máxima de vigilância é o menor em ambos os casos.

Como se trata de um local de risco B pertencente à 2ª categoria de risco, o coeficiente factor de risco assume o valor de 1, pelo que, a área efectiva de vigilância de cada detector é igual à área máxima de vigilância, de acordo com a equação 9.

O número de detectores necessários para cada compartimento apresenta-se no quadro seguinte.

Quadro 18 - Número de detectores necessários por compartimento

Compartimento (pisos)	Área (m ²)	Tipo de detector	Área efectiva de detecção (m ²)	Número de detectores
Átrio (0)	36	Multissensor	20	2
Espaço leitura infantil (0)	51,5	Multissensor	20	3
Espaço pequenas leituras (0)	55,5	Feixe	80	1
Bar (0)	26	Térmico	30	1
Espaço leitura (1)	58	Multissensor	20	3
Espaço com estantes (1)	15,5	Multissensor	30	1
Espaço leitura privado (2)	50,5	Multissensor	20	3
Circulação comum (2)	12	Multissensor	30	1
Espaço com estantes (2)	14,5	Multissensor	30	1
Gabinete administrativo (2)	16	Multissensor	30	1
Espaço concertos/palestras (2)	27	Multissensor	30	1

Com este número de detectores garante-se a vigilância de toda a área. Através de medições, verifica-se também que se consegue que a distância horizontal, entre qualquer lugar numa zona protegida, até ao detector mais próximo, não excede o raio de acção de cada detector, indicado no Quadro 12. É possível verificar que o método da área efectiva de vigilância, neste caso, impõe a utilização de mais detectores do que os que seriam necessários caso só se utilizasse o método do raio de acção. Isso acontece porque a diferença de área efectiva entre detectores de fumo e térmicos ser bastante maior que a diferença entre os seus raios de acção.

Dessa forma, serão utilizados:

- 16 detectores multissensor;
- 1 detector térmico;
- 1 detector óptico de feixe.

6.4.5. INSTALAÇÃO DOS BOTÕES DE ALARME

Os botões de alarme devem ser posicionados, no mínimo, em todas as saídas, caminhos de evacuação e escadas.

Não sendo previstos locais de risco especial e como qualquer ponto do edifício situa-se a menos de 30m da saída ou do acesso a escadas, basta colocar um detector próximo da saída e próximo das escadas em cada piso.

A altura escolhida para os botões é de 1,20 m.

6.4.6. DIFUSÃO DO ALARME E ALERTA

Os meios sonoros de alarme devem garantir que o sinal de alarme seja imediatamente audível acima de qualquer ruído ambiente.

Neste caso, por não se prever elevado ruído de fundo, ocupação frequente por pessoas com dificuldades auditivas, nem a utilização de protecção auditiva, não será necessária a utilização de dispositivos visuais de alarme.

De forma a garantir o mínimo de 65 dB(A) em qualquer ponto onde possam estar pessoas, serão colocadas sirenes de alarme para as comunicações horizontais e junto a portas de saída e comunicações verticais.

O alerta para os bombeiros será feito por ligação automática directa.

6.4.7. SINALIZAÇÃO E CONTROLO

A central de detecção de incêndio deve localizar-se num local acessível aos bombeiros e, preferencialmente, permanentemente vigiado.

Dessa forma, a instalação da CDI neste edifício, será no átrio do piso 0, junto à porta de entrada. Para além do fácil acesso e da vigilância por parte do funcionário que se encontra na recepção, é um local que se encontra protegido por detecção automática, com baixo risco de incêndio e danos mecânicos, com meio ambiente limpo e seco e onde o nível de ruído de fundo não deve perturbar a audição das indicações sonoras.

Como complemento à CDI, ao seu lado será colocado um mapa com as zonas de detecção.

6.4.8. ALIMENTAÇÃO DE ENERGIA

A alimentação principal será assegurada pela rede pública, através de circuito independente baseado no quadro principal de piso.

A alimentação de emergência será assegurada por uma bateria com autonomia para alimentar o sistema durante 72 horas, mantendo ainda capacidade para suportar a carga de alarme durante, pelo menos, 30 minutos.

6.4.9. CABLAGENS

A cablagem da detecção automática deve ser diferente da cablagem utilizada para outros fins e deve ser perfeitamente identificável.

Considerando que os cabos serão instalados em áreas com baixo risco de incêndio, não se torna necessário a utilização de cabos resistentes ao fogo, pelo que serão utilizados cabos LYCY. Este tipo de cabo, apesar de não ser resistente ao fogo, é não propagador de incêndio.

6.4.10. CONSTITUIÇÃO TOTAL DO SADI

O SADI será constituído pelas unidades funcionais seguintes:

- Central de comando com módulo dia/noite e impressora térmica

- Detectores multissensor ópticos e de temperatura pontuais
- Detectores termovelocimétricos pontuais
- Detectores ópticos de feixe pontuais
- Botões de alarme manual
- Sinalizadores acústicos de alarme
- Transmissor de alerta aos bombeiros
- Rede de tubagem e rede de cabos

6.5. EXPLORAÇÃO DO SISTEMA

Após a inspecção e teste ao funcionamento do sistema, a responsabilidade pela utilização e manutenção do sistema passará para o dono de obra.

7

CONCLUSÃO

No presente trabalho, procurou-se fazer uma apresentação do novo regime jurídico de segurança contra incêndio em edifícios e do respectivo Regulamento Técnico de SCIE, nomeadamente no que à detecção automática de incêndio diz respeito.

Procurou-se também, recolher toda a informação sobre os equipamentos pertencentes a um sistema automático de detecção de incêndio, de forma a poder executar um possível projecto de um SADI para um edifício público de serviços.

A determinação da configuração das instalações de alarme necessárias a qualquer edifício pode ser feita de forma relativamente simples, recorrendo somente ao RJ-SCIE, o que se apresenta como uma grande melhoria em relação à anterior legislação, onde toda a informação necessária se encontrava espalhada por vários diplomas, que, para além de dificultar a compreensão, podia levar a situações de contradição entre soluções.

Desta forma, é agora possível uma maior harmonização entre possíveis soluções de projectos, principalmente em edifícios que anteriormente se encontravam omissos, ficando apenas sujeito à sensibilidade de cada projectista, o tipo de equipamentos a utilizar, nomeadamente, quais as manifestações a detectar automaticamente e o posicionamento dos mesmos.

A evolução observada na indústria de fabricantes de equipamentos para detecção automática, desde os primeiros detectores térmicos até aos mais recentes detectores de aspiração, indica que a detecção automática é uma área ainda em crescimento, sendo de esperar o aparecimento de métodos de detecção mais eficazes e fiáveis.

Na análise efectuada ao projecto da biblioteca, ainda que algo simplista, pois o dimensionamento eléctrico poderia implicar algumas mudanças, é visível que, com uma pequena quantidade de equipamentos, consegue-se realizar um sistema automático de detecção de incêndio cobrindo a totalidade do edifício.

Mesmo sem custos de equipamentos e instalação, é facilmente observável que o custo total de um SADI tem um peso reduzido no custo total duma obra. Peso esse que se torna ainda mais reduzido considerando o aumento de segurança para bens e pessoas dentro do edifício.

Um sistema automático de detecção de incêndio só é de facto eficiente caso se tenha em atenção as necessárias rotinas de manutenção periódicas. A falha dessas rotinas poderá originar atrasos no funcionamento do sistema, ou mesmo a sua falha, o que, em caso de incêndio, poderá implicar grandes perdas.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Coelho, António Leça. *Segurança Contra Incêndio em Edifícios de Habitação*. Edições Orion, Amadora, 1998.
- [2] Porto, João Lopes. *Apontamentos da Disciplina de Segurança Contra Incêndio em Edifícios*, Porto, 2008/09.
- [3] Gonçalves, Tiago Filipe Domingos. *Resistência ao Fogo de Estruturas de Betão – Comportamento Global de Estruturas em Situação de Incêndio*. Dissertação de Mestrado, IST, 2008.
- [4] Autoridade Nacional de Protecção Civil (ANPC). *Despacho nº 2074/2009 – Critérios Técnicos para Determinação da Densidade de Carga de Incêndio Modificada*. 2009.
- [5] Ministério da Administração Interna. *Decreto-Lei nº 220/2008, de 12 de Novembro*. 2008
- [6] Ministério da Administração Interna. *Portaria nº 1532/2008, de 29 de Dezembro*. 2008
- [7] Cote, Arthur E.. automatic fire detectors. In *Fire Protection Handbook 19th Edition*, National Fire Protection Association (NFPA), Quincy, Massachusetts, 2003.
- [8] Duarte-Ramos, Hermínio. *Tecnologia dos Detectores de Incêndio*. Rev. Electricidade. Energia. Electrónica, nºs 202/203, Agosto/Setembro, 1984
- [9] Centre National de Prévention et de Protection (CNPP). *Traité Pratique de Sécurité Incendie – 2003*, Paris, 2003.
- [10] System Sensor Europe. *Guide to Conventional Fire Systems*. Março de 2004. http://www.systemsensoreurope.com/English/Guides/Conventional_Guide%20May-04.pdf. 24 de Março de 2009.
- [11] Autoridade Nacional de Protecção Civil (ANPC). *Nota Técnica nº 12 – Sistemas Automáticos de Detecção de Incêndio*. 2007.
- [12] Comité Européen des Assurances (CEA). *CEA 40404 – Planning and Installation for Automatic Fire Detection and Fire Alarm Systems*. 2003.
- [13] Bosch. *Série Fas-420 Detectores de Fumo Por Aspiração*. 2006. http://resource.boschsecurity.com/documents/FAS420SeriesAsp_OperationInstallationGuide_ptPT_T_3830231563.pdf
- [14] Teixeira, Armínio. *Concepção de Instalações Eléctricas – Sistema de Detecção Automática de Incêndio*, Porto, 2006.

A1

PLANTAS E CORTES DO EDIFÍCIO

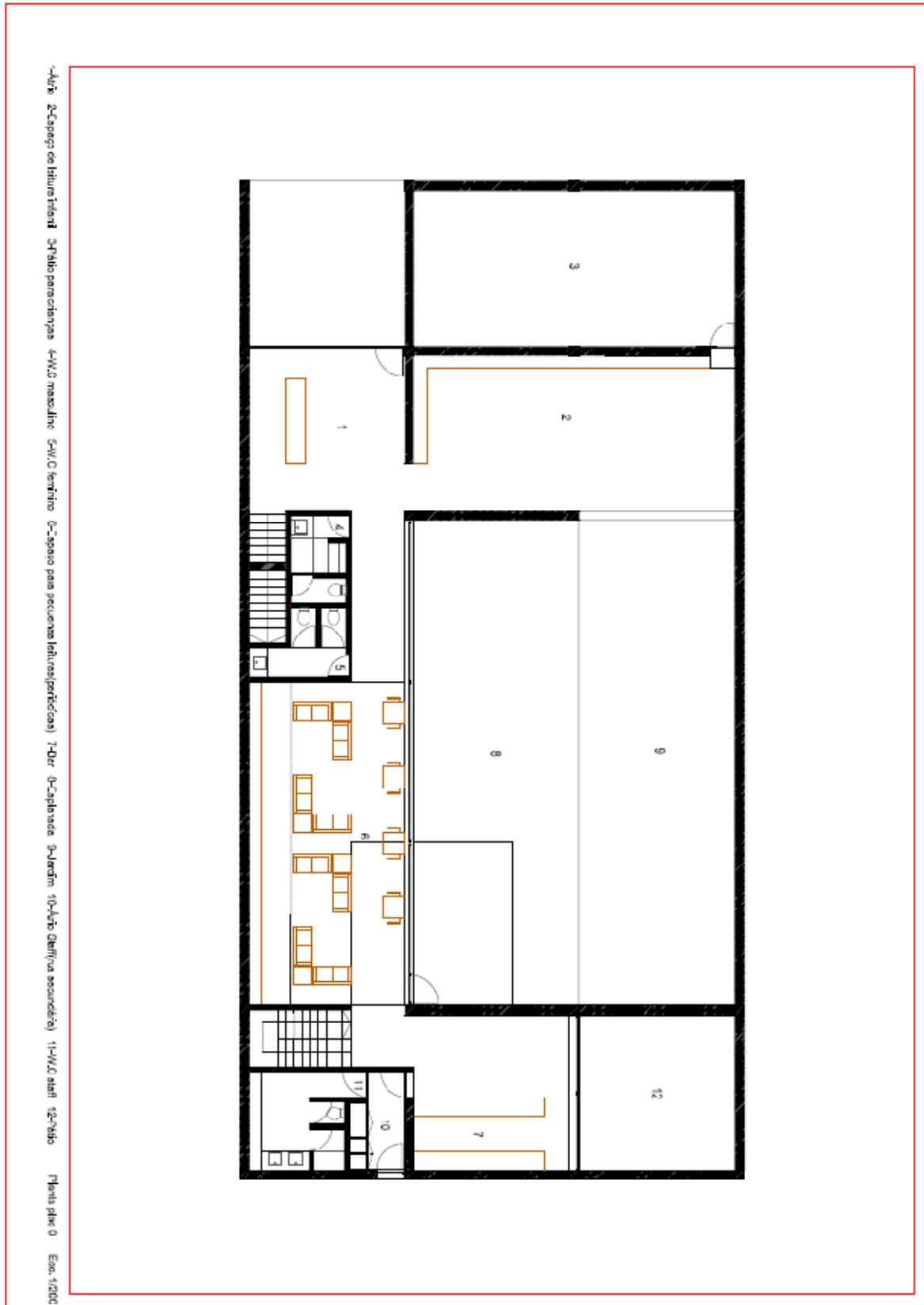


Fig. A1 – Planta piso 0

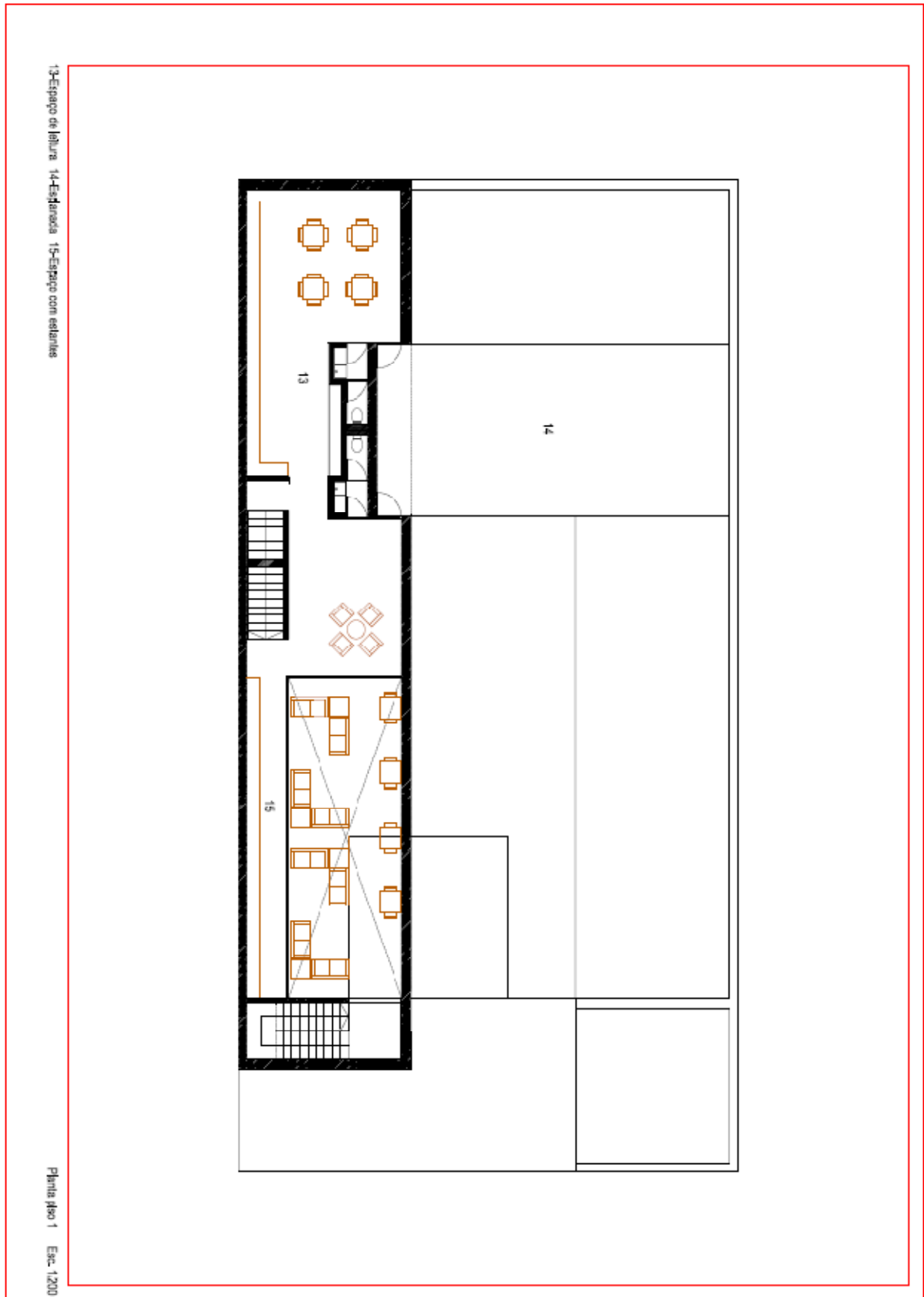


Fig.A2 – Planta piso 1

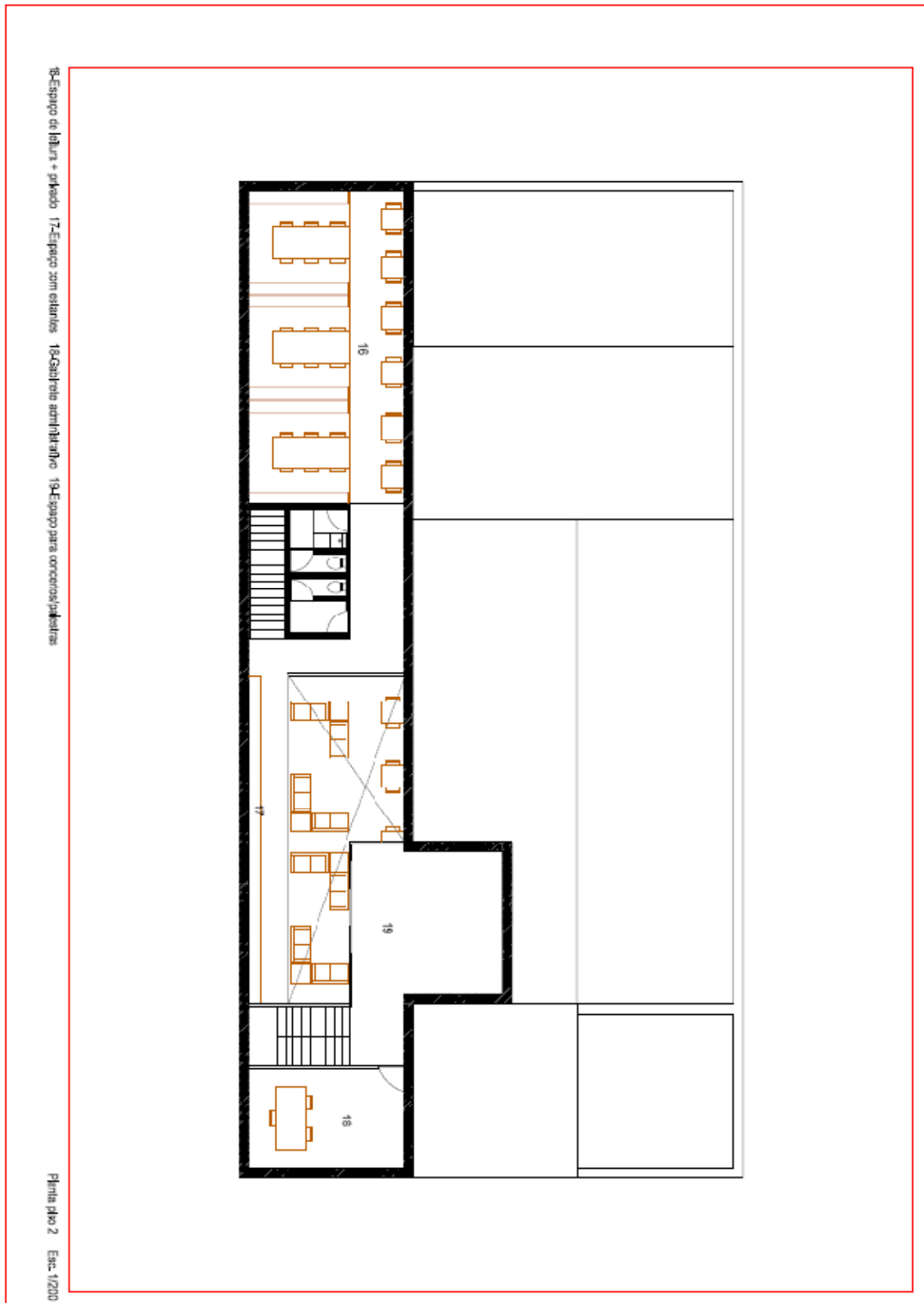


Fig.A3 – Planta piso 2

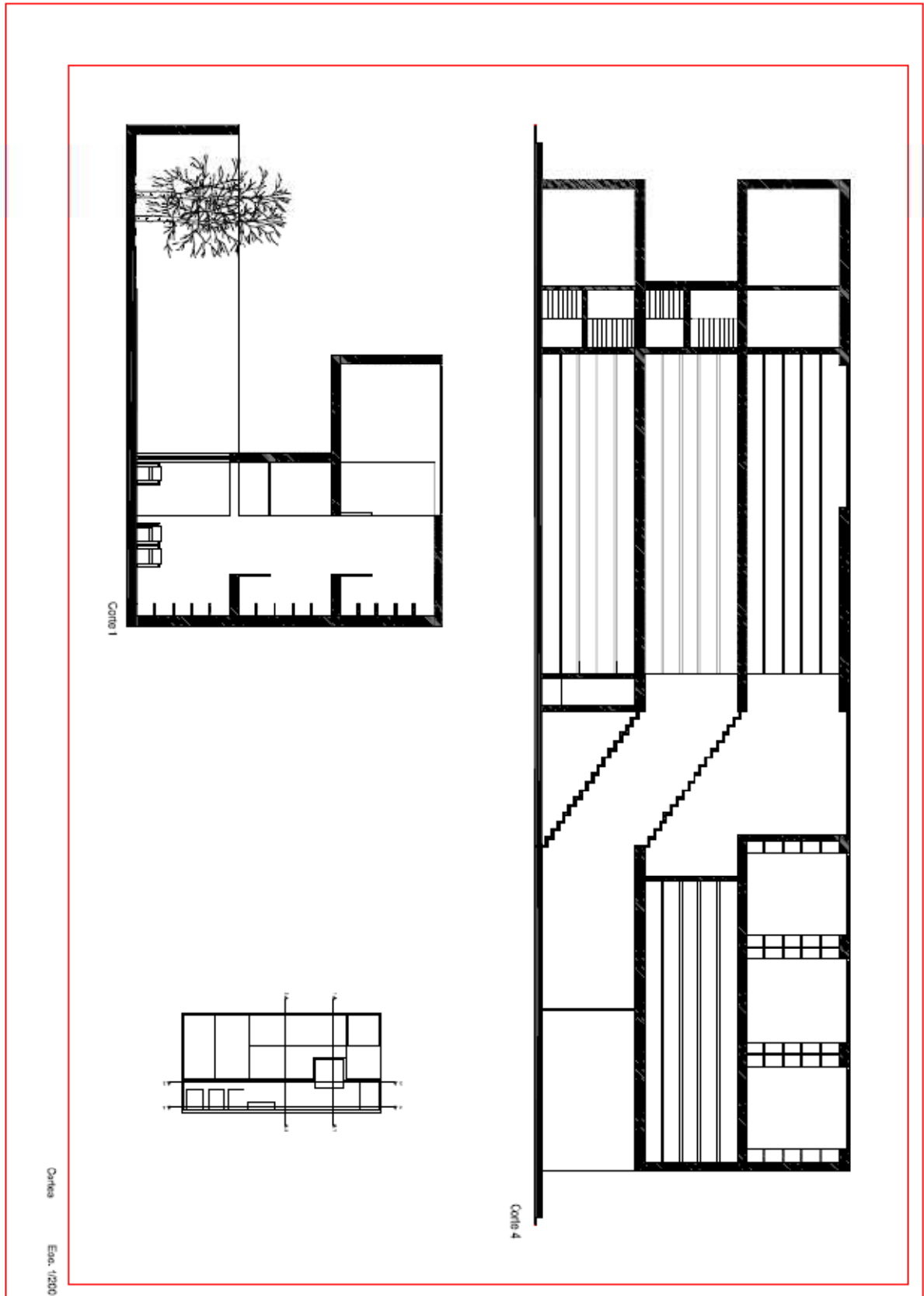


Fig.A4 – Cortes 1 e 4

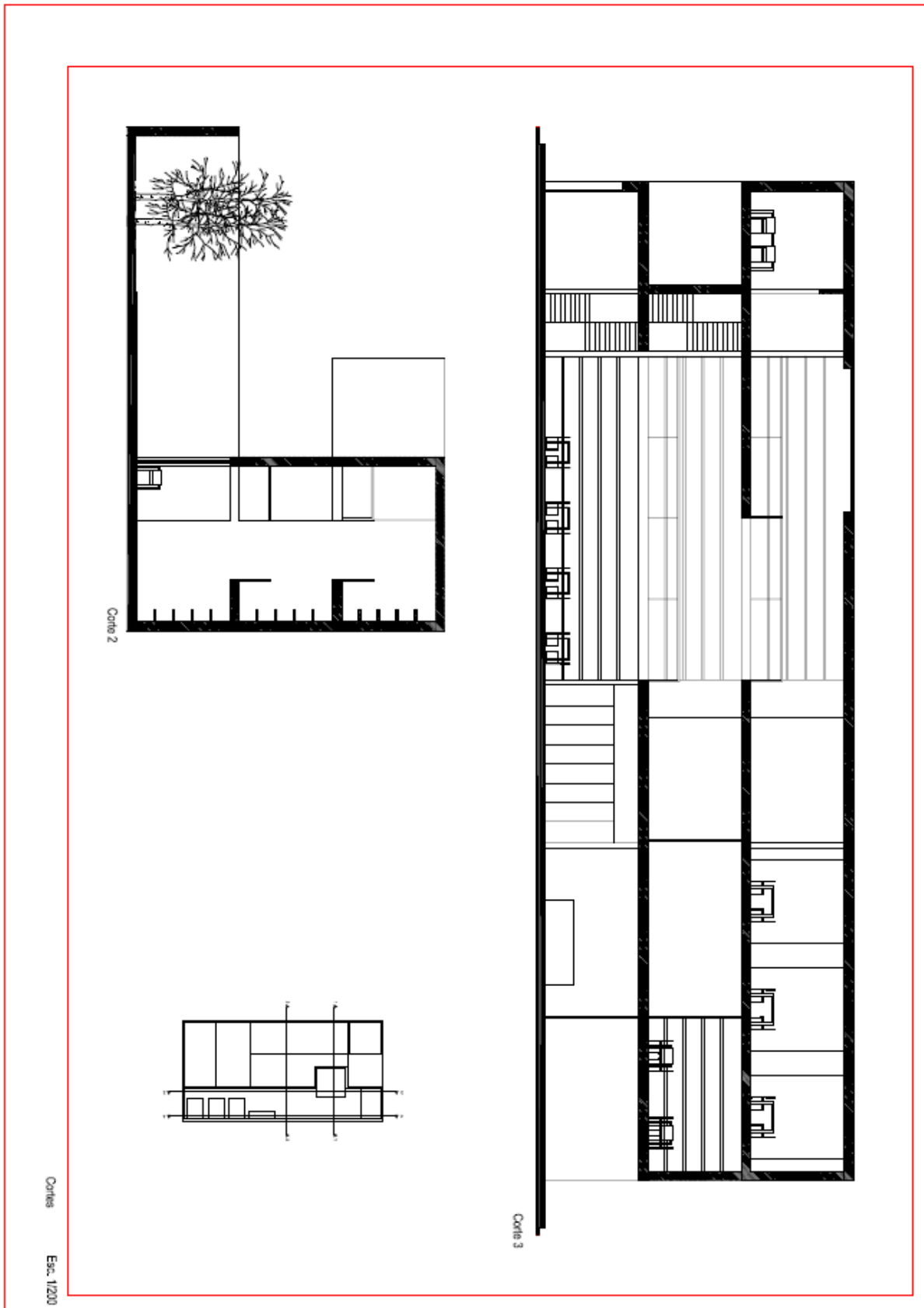


Fig.A5 – Cortes 2 e 3

A2

**IMPLANTAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE
DETECÇÃO AUTOMÁTICA**

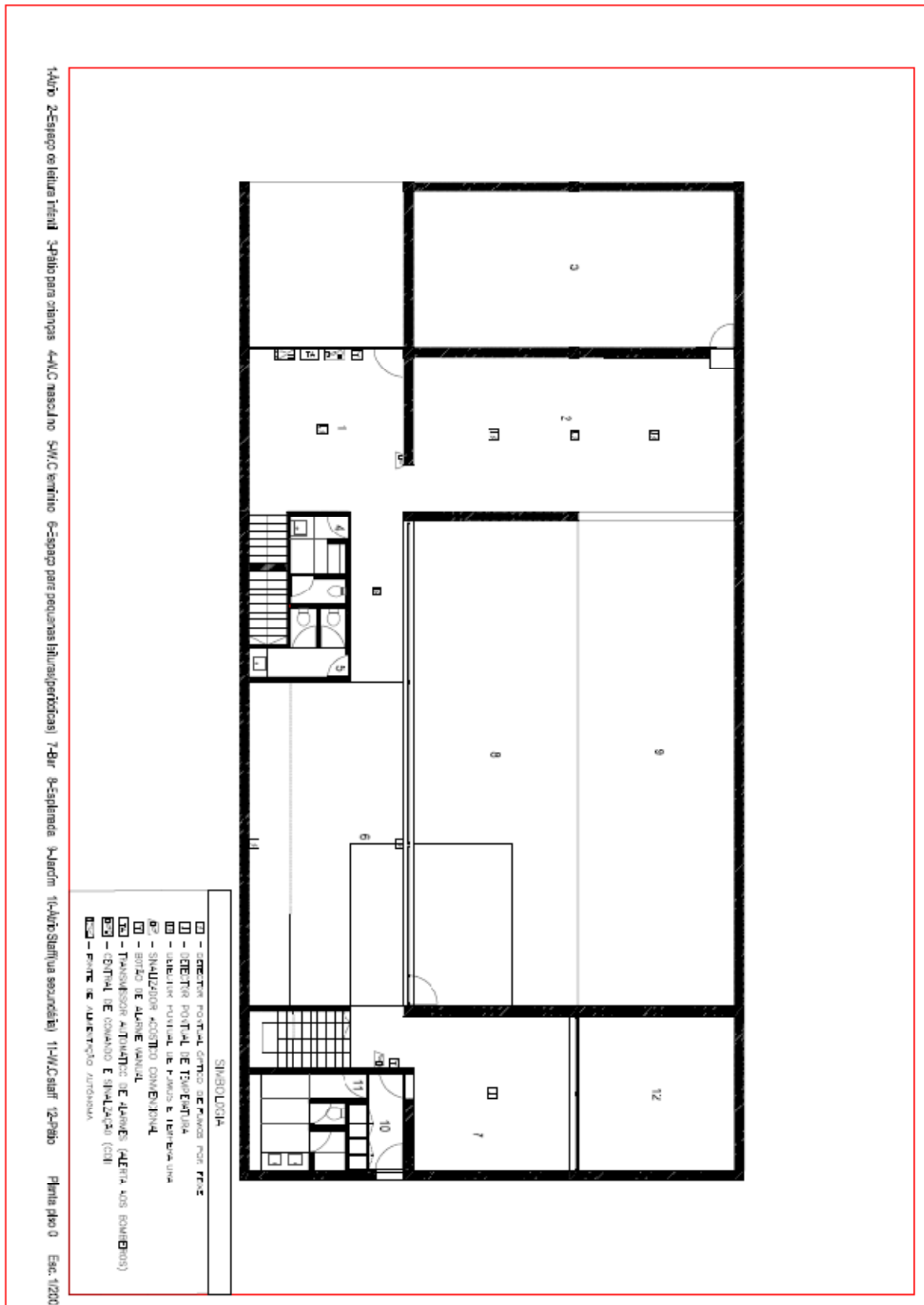


Fig.A6 – Implantação no piso 0

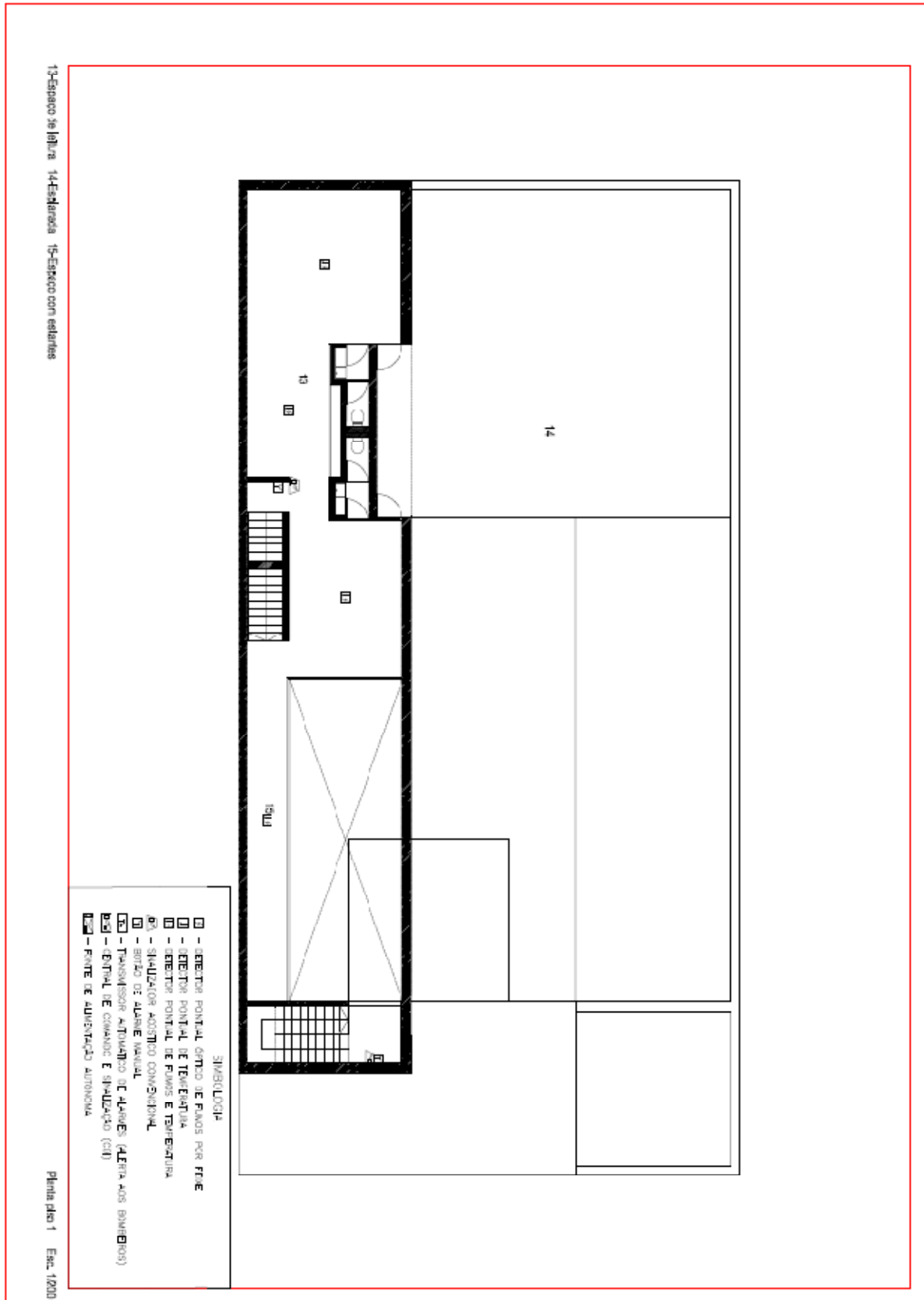


Fig.A7 – Implantação no piso 1

