

RISCO DE INCÊNDIO DE UM EDIFÍCIO COMPLEXO

GONÇALO ALVES DE SOUSA COSTA LOPES

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAção EM CONSTRUÇOES

Orientador: Professor Doutor João Lopes Porto

FEVEREIRO DE 2008

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2007/2008

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 - 2007/2008 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2008*.

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

O presente trabalho não teria sido possível sem a valiosa colaboração e apreciação do meu orientador Professor Doutor João Lopes Porto.

Agradeço em especial:

Ao Eng.º Vasco Teixeira pela autorização concedida para a utilização das instalações do Bloco Gráfico Lda. na realização deste trabalho.

À Eng.ª Cláudia Pinho pela sua disponibilidade e pela transmissão das particularidades do edifício do Bloco Gráfico Lda.

Aos meus pais pelo constante apoio e opinião crítica.

À minha prima Joana.

À minha família e amigos em geral.

A todos o meu Muito Obrigado.

RESUMO

A evolução nos processos de construção e a crescente necessidade de espaço nos centros urbanos modernos, resultou na concepção e construção de edifícios de grandes dimensões, concentrando no mesmo espaço várias actividades distintas. O aumento do número de pessoas nos edifícios, o recurso a novos materiais de construção, o crescente uso de mobiliário plástico e de utensílios domésticos eléctricos, conduziu a um aumento significativo dos factores de risco de incêndio.

A avaliação do risco de incêndio em edifícios tem assim a necessidade de acompanhar esta evolução de modo a garantir um nível de segurança aceitável.

A existência de vários métodos de avaliação do risco de incêndio sugere que a preocupação em relação a este assunto tem sido contínua ao longo do tempo. Nas últimas quatro décadas têm vindo a ser desenvolvidos vários métodos de análise com diferentes metodologias de avaliação de riscos e com campos de aplicação mais ao menos limitados à utilização dos edifícios. Os governos dos diversos países têm aproveitado estas iniciativas da comunidade científica para elaborarem normas de segurança em relação aos perigos de incêndio.

A segurança contra incêndio em edifícios é um assunto de grande importância que merece uma atenção cuidada e uma actualização permanente. Os trabalhos desenvolvidos subordinados a este tema constituem um enriquecimento do conhecimento existente.

Este projecto começa por contextualizar o incêndio em edifícios e procura sintetizar o estado actual da metodologia de análise de risco de incêndio. Tem ainda uma forte componente prática resultante da aplicação dos critérios de análise de risco de incêndio constantes no novo Regulamento Geral de Segurança Contra Incêndios em Edifícios (RGSCIE) e da aplicação do método de Gretener, a um edifício industrial complexo.

A comparação resultante das duas aplicações, permite avaliar ambas as metodologias e tirar conclusões relativas ao grau de exigência de cada uma em relação à segurança contra incêndios.

PALAVRAS-CHAVE: Risco de incêndio, Factores de Risco, Segurança, Métodos de Avaliação.

ABSTRACT

The evolution of construction processes and the increasing need of space in the urbane modern centres has resulted in the appearance of buildings with big dimensions designed to converge several different activities in the same space. The increasing number of people in the buildings, the resource to new construction materials, the increasing use of plastic furniture and domestic electric tools led to a significant increase of fire risk factors.

Therefore, the fire risk evaluation in buildings needs to follow this evolution to assure a level of acceptable safety.

The existence of several methods of fire risk evaluation suggests that there has been a constant concern regarding this subject. In the last four decades, several methods of analysis have been developed, with different risk evaluation methodologies and restricted fields of application, more or less limited to the purpose of buildings. Governments from several countries have been taking advantage of these initiatives from the scientific community to prepare safety norms concerning the fire dangers.

The safety against fire in buildings is subject of great importance and deserves careful attention and constant updating. All research regarding this subject is an enrichment of the existent knowledge.

This project starts by contextualize fire in buildings and tries to summarize the current state of the methodology of fire risk analysis. There is also a strong practical component resulting from the application of the criteria of fire risk analysis as presented in the new “Regulamento Geral de Segurança Contra Incêndio em Edifícios” (RGSCIE) and from the application of the Gretener method to a complex industrial building.

The consequent comparison of both applications allows us to evaluate both methodologies and to reach conclusions about the demand level each one has regarding fire safety.

KEY WORDS: Risk of fire, Risk Factors, Safety, Evaluation Methods.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v

1. INTRODUÇÃO

2. RISCO DE INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS

2.1 - INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS	5
2.2 – CONCEITO GERAL DE ANÁLISE DE RISCOS	7
2.3 – FACTORES DE RISCO DE INCÊNDIOS URBANOS	9
2.4 – CARACTERIZAÇÃO DO COMPORTAMENTO DE MATERIAIS E ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO	11
2.4.1 – REACÇÃO AO FOGO DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO	11
2.4.2 – COMPORTAMENTO AO FOGO DOS ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO	14
2.5 – CARACTERÍSTICAS DO FOGO	16
2.6 – MEDIDAS DE PROTECÇÃO ADOPTADAS EM EDIFÍCIOS	17
2.6.1 – MEDIDAS DE PROTECÇÃO PASSIVAS	18
2.6.2 – MEDIDAS DE PROTECÇÃO ACTIVAS	19

3. METODOLOGIA DE ANÁLISE DE RISCO DE INCÊNDIOS

3.1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	23
3.2 – MÉTODO DE GRETENER	23
3.2.1 – DESCRIÇÃO DO MÉTODO	24
3.2.1.1 – Críticas ao método de Gretener	26
3.3 – OUTRAS METODOLOGIAS	28
3.3.1 – MÉTODO DE PURT	28
3.3.2 – MÉTODO ERIC	29
3.3.3 – FIRE SAFETY EVALUATION SYSTEM	29
3.3.4 – MODELO MARIE	30
3.4 – CRITÉRIO REGULAMENTO GERAL DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS EM EDIFÍCIOS (RGSCIE)	31
3.4.1 – UTILIZAÇÕES-TIPO	32

3.4.2 – LOCAIS DE RISCO	34
3.4.3 – CATEGORIAS DE RISCO	35
3.4.4 – CÁLCULO DA DENSIDADE DE CARGA DE INCÊNDIO MODIFICADA	35

4. APRESENTAÇÃO DO PROJECTO

39

4.1 – DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO	39
4.2 – ACTIVIDADE PRODUTIVA	42
4.3 – MATERIAIS ARMAZENADOS	42
4.4 – MEIOS DE COMBATE A INCÊNDIO EXISTENTES	43

5. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA APRESENTADA

45

5.1 – APLICAÇÃO DO MÉTODO DE GRETENER	45
5.1.1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	45
5.1.2 – DETERMINAÇÃO DO RISCO EFECTIVO DE INCÊNDIO	45
5.1.2.1 – Perigo potencial (P)	44
5.1.2.2 – Medidas normais (N)	50
5.1.2.3 – Medidas especiais (S)	54
5.1.2.4 – Medidas inerentes à construção (F)	56
5.1.2.5 – Síntese do cálculo do risco de incêndio efectivo	58
5.1.3 – AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO	58
5.2 – APLICAÇÃO DOS CRITÉRIOS REGULAMENTARES	60
5.2.1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	60
5.2.2 – CLASSIFICAÇÃO DOS COMPARTIMENTOS	60
5.2.3 – DETERMINAÇÃO DA CATEGORIA DE RISCO	63
5.2.4 – CONDIÇÕES REGULAMENTARES DOS EQUIPAMENTOS E SISTEMAS DE SEGURANÇA	66

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

69

6.1 – DISCUSSÃO DE RESULTADOS	69
6.1.1 – CONSIDERAÇÕES RELATIVAS À SEGURANÇA DO BLOCO GRÁFICO	69
6.1.2 – COMPARAÇÃO ENTRE CRITÉRIOS RGSCIE E MÉTODO DE GRETENER	70
6.2 – CONCLUSÃO	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.1 – Curvas de igual risco	8
Fig. 2 – Prevenção e Protecção	9
Fig. 3 – Correspondência entre as classes de reacção ao fogo da regulamentação portuguesa e as da legislação comunitária para produtos de construção, com excepção de revestimentos de piso	13
Fig. 4 – Correspondência entre as classes de reacção ao fogo da regulamentação portuguesa e as da legislação comunitária para produtos de revestimentos de piso	13
Fig. 5 – Síntese das classes de resistência ao fogo indicadas na E 364-1990	14
Fig. 6 – Esquema de utilização dos elementos de construção mediante a sua classe de resistência ao fogo.....	15
Fig. 7 – Síntese das classes de resistência ao fogo definidas pelas Decisões 2000/376/CE e 2003/269/CE com correspondência directa relativamente à especificação E 364-1990.....	16
Fig. 8 – Tetraedro do fogo.....	16
Fig. 9 – Sistema de detecção de incêndios	20
Fig. 10 – Utilizações dos agentes extintores.....	21
Fig. 11 – Diagrama esquemático de funcionamento do MARIE	31
Fig. 12 – Planta do Rés-do-chão da Unidade Industrial do Bloco Gráfico	40
Fig. 13 – Plantas dos 1º e 2º Andares da Unidade Industrial do Bloco Gráfico	41
Fig. 14 – Corte da Unidade Industrial do Bloco Gráfico.....	41
Fig. 15 – Factores de Perigo potencial e seu significado	46
Fig. 16 – Factor q em função da carga de incêndio Q_m	47
Fig. 17 – Graus de Combustibilidade, factor c	47
Fig. 18 – Perigo de fumo, factor r	47
Fig. 19 – Perigo de corrosão/toxicidade, factor k	47
Fig. 20 – Graus de Combustibilidade, factor i	48
Fig. 21 – Factor e , Edifícios de um só nível	48
Fig. 22 – Factor g , Amplitude da superfície	49
Fig. 23 – Coeficiente $n1$, extintores portáteis.....	50
Fig. 24 – Rede de combate a incêndio existente	51
Fig. 25 – Coeficiente $n2$, bocas-de-incêndio armadas.....	51
Fig. 26 – Coeficiente $n3$, fiabilidade do sistema de abastecimento de água.....	52
Fig. 27 – Marcos de incêndio existentes	52
Fig. 28 – Coeficiente $n4$, comprimento da conduta de transporte	53
Fig. 29 – Coeficiente $n5$, pessoal instruído	53

Fig. 30 – Coeficiente s_1 , Detecção.....	54
Fig. 31 – Coeficiente s_2 , Transmissão de alerta	54
Fig. 32 – Coeficiente s_3 , Bombeiros oficiais e de empresa	54
Fig. 33 – Coeficiente s_4 , Escalões de intervenção dos bombeiros oficiais.....	55
Fig. 34 – Coeficiente s_5 , Instalações de extinção automática	55
Fig. 35 – Coeficiente s_6 , Instalações automáticas de evacuação de calor e de fumo	55
Fig. 36 – Coeficiente f_1 , Estrutura resistente	56
Fig. 37 – Coeficiente f_2 , Fachadas.....	56
Fig. 38 – Coeficiente f_3 , Elementos de separação entra andares	57
Fig. 39 – Coeficiente f_4 , Células corta-fogo	57
Fig. 40 – Quadro X (artigo 21º) anexo VII, Categorias de risco da utilização-tipo XII (industriais, oficinas e armazéns).....	66

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Comparação entre incêndios e outros tipos de acidentes	5
Quadro 2 – Classificação das ocorrências de incêndio por diversos tipos.....	6
Quadro 3 – Classificação dos elementos de construção segundo as Decisões 2000/376/CE e 2003/269/CE.....	15
Quadro 4 – Medidas de protecção consideradas no método de Gretener	25
Quadro 5 – Legenda da figura 12	40
Quadro 6 – Perigo potencial P dos compartimentos de incêndio do rés-do-chão.....	49
Quadro 7 – Medidas de protecção Normais (N)	53
Quadro 8 – Medidas de protecção Especiais (S)	56
Quadro 9 – Medidas de protecção inerentes à construção (F).....	57
Quadro 10 – Risco efectivo de incêndio (R)	58
Quadro 11 – Segurança contra incêndio (γ)	59
Quadro 12 – Variantes para a verificação de segurança da nave fabril.....	59
Quadro 13 – Locais de Risco e utilização-tipo por compartimento para o Rés-do-Chão.....	61
Quadro 14 – Locais de Risco e utilização-tipo por compartimento para o 1º Piso.....	62
Quadro 15 – Locais de Risco e utilização-tipo por compartimento para o 2º Piso.....	62
Quadro 16 – Densidade de carga de incêndio por unidade de volume q_{vi} por compartimento (i).....	64
Quadro 17 – Densidade de carga de incêndio q_{si} por compartimento (i)	64
Quadro 18 – Densidade de carga de incêndio q_s por compartimento (i).....	65
Quadro 19 – Densidade de carga de incêndio modificada q_s para a totalidade do edifício.....	66
Quadro 20 – Influências da implementação das medidas do novo RGSCIE no método de Gretener..	72

1

INTRODUÇÃO

A actividade humana (trabalho comunicações, alimentação lazer) decorre associada a riscos, mas apenas aceites até determinado nível. Isto porque o risco é sempre encarado como a possível perda de algo de valor, mas se forem tomadas as decisões correctas esta perda pode ser aceitável. Uma situação considerada segura não significa ser isenta de riscos, mas antes com um risco aceitável. O conceito subjectivo de segurança aparece no fundo como um medidor do nível de “aceitação” do risco, sem nunca ser um nível de segurança absoluta.

Os critérios adoptados na tomada de decisões em relação ao nível de segurança aceitáveis são muitas vezes baseados no bom senso de cada um. Certos indivíduos têm mais apetência para correr riscos do que outros, isto é, para aceitarem um nível mais baixo de segurança, no entanto as decisões tomadas com influência directa na vida dos outros não podem estar sujeitas às convicções individuais. Surge assim a necessidade de uma avaliação do risco e o conceito de gestão de riscos.

Um risco é a possibilidade de ocorrência de um acontecimento indesejado, que acarreta os seus respectivos danos, com uma dada probabilidade de ocorrência. Estes acontecimentos podem ser variados, podendo ir desde um acidente de viação ligeiro até um sismo de grande magnitude, acarretando assim consequências distintas e por vezes pouco comparáveis. A grande variedade de situações obriga à avaliação de cada uma independente e criteriosamente.

Considerando, por exemplo, a queda de um avião, ou um incêndio, acontecimentos cujos danos implicam muitas vezes a perda de vidas, a natureza humana não nos deixa ficar indiferentes e impele-nos a tomar medidas.

Em 1755 um sismo abalou Lisboa destruindo grande parte do centro da cidade, as suas consequências foram desastrosas. Quando se reconstruiu a cidade, as preocupações voltaram-se para a prevenção de uma nova catástrofe implementando-se medidas que permitissem minimizar os efeitos de um novo sismo. Não significa que a baixa pombalina de Lisboa está livre do perigo de um novo sismo, mas certamente que o risco de um sismo atingir Lisboa com consequências tão graves como o de 1755 é claramente menor devido às medidas que foram então implementadas.

A noção de que podemos tomar medidas para prevenir acidentes futuros não é estranha no mundo da engenharia. Neste são recorrentemente utilizados “coeficientes de segurança” no cálculo de estruturas e de outros tipos de obras, sendo estes calculados através de dados estatísticos, com resultados positivos dados ao longo dos anos. O conceito de risco aceitável permite substituir o conceito subjectivo de segurança por um outro, objectivo e dominável, que possibilita a gestão dos riscos inerentes a uma determinada actividade.

Ao compreendermos o risco, ao medi-lo e ao avaliar as suas consequências convertemos o acto de correr riscos num dos principais catalizadores da evolução da sociedade ocidental moderna.

A gestão de riscos está assim intimamente ligada à gestão de recursos. No mundo actual a obtenção de resultados positivos é feita através duma análise económica, e portanto a busca de um risco aceitável não pode passar por cima do custo inerente às decisões tomadas nesse sentido.

Mais do que a busca de um risco aceitável, a gestão de riscos procura analisar cada situação em concreto e definir claramente as medidas a pôr em prática. Porém, a existência de riscos inerentes a qualquer actividade humana, torna esta análise impossível de ser generalizada.

A análise de riscos tem de conseguir distinguir o nível exigível de segurança para cada caso, tem de saber quando se deverá considerar uma dada actividade ou instalação como segura, tem de saber quando e quanto se deve investir em segurança.

Estas decisões de carácter efectivo, são neste momento apoiadas por métodos multicriterio, baseados no conceito de que o risco é o produto entre a probabilidade de ocorrência de um dado acontecimento (P) e gravidade do mesmo (G),

$$R = P \times G \quad (1)$$

a procura de um risco aceitável é conseguida impondo uma limitação a este risco à qual se dá o nome de segurança.

A verificação de segurança é um assunto que tem merecido especial atenção na sociedade cada vez mais analítica em que vivemos. A análise do risco é uma técnica que avalia probabilidade e gravidade dum modo significativo. Esta abordagem possibilita fornecer uma base de análise para decisões que envolvam fiabilidade e segurança, permitindo apresentar as alternativas sobre as quais os gestores irão optar, dum modo claro e objectivo.

Este projecto centra-se numa área específica da análise de riscos, o risco de incêndio.

Nestes últimos anos, e nomeadamente a partir da década de 70, tem-se consolidado um largo campo de análise dedicado ao estudo quer do risco de incêndio, quer dos riscos ambientais. A importância dedicada a este tema prende-se com os elevados custos materiais e humanos associados a catástrofes com origens naturais ou tecnológicas, e também com a crescente necessidade sentida pelos decisores técnicos e políticos e pela opinião pública, de determinarem qual o nível de risco aceitável para uma determinada tecnologia ou para uma determinada população.

É do senso comum que a protecção contra incêndios existe em todas as construções que utilizamos. Todos sabemos o que são detectores de fumo, extintores, alarmes de incêndio e bocas-de-incêndio. Mas a análise de risco de incêndio tem de saber o que está por trás destas medidas de protecção e ajustá-las correctamente a cada situação.

O risco de incêndio foi durante muitos anos analisado de forma subjectiva e vaga.

As exigências da regulamentação por um lado e das companhias de seguros por outro, têm vindo a impor uma forma mais objectiva e científica à análise de riscos de forma a melhor apreciar os perigos a que estão sujeitas pessoas e bens.

Com efeito hoje em dia já é possível introduzir parâmetros de projecto, com base em análise de riscos assim como calcular tarifas e também reduzir riscos de incêndio para edifícios e instalações já existentes.

Em Portugal está prevista a entrada em vigor de um novo Regulamento Geral de Segurança Contra Incêndios em Edifícios (RGSCIE) que procura vir colmatar as actuais falhas da legislação em vigor. Existe um cenário de legislação contra incêndios dispersa num número excessivo de diplomas avulsos, dificilmente harmonizáveis entre si e geradores de dificuldades na compreensão integrada que

reclamam, verificando-se ainda sérias lacunas e omissões no vasto articulado deste quadro normativo, como por exemplo o caso de para um conjunto elevado de edifícios não existirem regulamentos específicos de segurança contra incêndio.

Além desta recente tentativa portuguesa, mas com objectivos comuns, têm vindo a ser desenvolvidos vários métodos semi-quantitativos de análise de riscos nestes últimos 40 anos.

Na Europa o método mais conhecido é sem dúvida o de Gretener. Max Gretener, engenheiro suíço, publicou a primeira versão deste método em 1965 no âmbito do SPI (Service de Prevention pour l'Industrie et l'Artisanat) de Zurique, organismo equivalente ao CNPP (Centre National de Prevention et Protection) em França.

Estes métodos, tal como a legislação enunciada, procuram antes de mais, salvaguardar a segurança contra incêndio, mas a sua aplicação destina-se por vezes a casos muito específicos da construção. Além disto, estes métodos admitem uma certa arbitrariedade na escolha de coeficientes aplicáveis à medida dos diferentes factores, o que nos pode levar a questionar a legitimidade dos resultados obtidos.

Sabemos então que a análise de risco de incêndio em edifícios pode ser realizada de acordo com vários critérios, mas até que ponto os critérios destes métodos fazem cumprir a regulamentação em vigor? Ou será que são mais exigentes?

Este projecto procura responder a estas questões através da avaliação prática do risco de incêndio de um edifício, recorrendo, nomeadamente, ao método de Gretener e aos critérios constantes do novo Regulamento Geral de Segurança Contra Incêndio em Edifícios. A escolha do método de Gretener em concreto, deve-se, não só à ampla divulgação, mas também ao seu amplo campo de aplicação.

O edifício escolhido para servir o propósito deste projecto foi uma unidade industrial da Bloco Gráfico, Lda. localizada na zona industrial da Maia. Este edifício de grandes dimensões, tem uma ocupação maioritariamente para armazenamento, mas a existência tanto de uma nave de fabril como de três pisos de edificação compartimentada destinada na sua maioria à actividade administrativa e de apoio à produção, tornam-no num edifício extremamente complexo do ponto de vista da análise do risco de incêndio.

2

RISCO DE INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS

2.1 - INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS

As consequências de um incêndio num edifício constituem inequivocamente uma perda assinalável, tanto de bens materiais como por vezes de pessoas. O crescente recurso a edifícios de habitação multifamiliar tem vindo a aumentar o potencial número de vítimas, para um único foco de incêndio. A existência de edifícios destinados à produção ou armazenamento de materiais explosivos e/ou combustíveis constitui um foco de grande risco de incêndio, pelas consequências catastróficas que a deflagração de um incêndio pode acarretar.

Os incêndios são então encarados como um acidente grave sobre o qual é necessário intervir.

Apesar da gravidade de um incêndio ser indiscutível, a relação entre o número de ocorrências e o número de feridos ou mortos é ainda assim inferior a outros tipos de acidentes. No quadro 1 apresentam-se alguns dados relativos a acidentes registados em Portugal entre 2002 e 2005.

Quadro 1 – Comparação entre incêndios e outros tipos de acidentes

	Ano	Acidente		
		Rodoviário	Trabalho	Incêndio
Ocorrências	2002	54 478	21 900	55 678
	2003	52 161	21 520	49 011
	2004	nd	nd	nd
	2005	54 107	21 566	64 560
Número de Feridos	2002	61 469	20 344	1 174
	2003	58 781	19 639	1 151
	2004	nd	nd	nd
	2005	50 474	19 774	1 885
Número de mortos	2002	851	166	31
	2003	859	124	49
	2004	nd	nd	nd
	2005	786	157	60

nd - dados não disponíveis

A análise do quadro 1, realça a gravidade dos acidentes de trabalho em relação aos incêndios já que, para um menor número de ocorrências, o número de feridos e de óbitos é consideravelmente superior. De acordo com o quadro apresentado, é evidenciada a razão para os acidentes rodoviários serem a segunda maior causa de morte no nosso país.

Torna-se evidente que apesar do grande número de ocorrências, os incêndios não têm como consequência directa feridos ou óbitos. Porém não podemos deixar de ter este aspecto em consideração na análise de riscos, já que em números absolutos de ocorrência de incêndios não se considera a distinção entre incêndios florestais e incêndios urbanos.

Os incêndios florestais têm fustigado o nosso país todos os anos, com maior incidência nos meses de temperatura ambiente mais elevada. Os noticiários não param de referir e enumerar dezenas de ocorrências muitas delas de grande dimensão. Por vezes, as corporações de bombeiros de certas localidades não têm homens suficientes para tantos focos de incêndio na sua área de intervenção.

Actualmente em Portugal, tem-se verificado uma grande preocupação em relação aos incêndios florestais. As crescentes alterações climáticas e o desrespeito pela natureza, têm sido apontadas como as principais causas destes incidentes. A gravidade da situação tem exigido um grande esforço por parte das entidades responsáveis na tentativa de a combater. O quadro 2 apresenta a distinção das ocorrências de incêndio diferenciando as categorias de incêndio em rurais ou florestais, urbanos e industriais e outros.

Quadro 2 – Classificação das ocorrências de incêndio por diversos tipos

	Ano	Incêndio		
		Rural	Urbanos + Industrial	Outros
Ocorrências	2002	38 246	9 167	8 265
	2003	29 690	9 243	10 0 78
	2004	nd	nd	nd
	2005	43 469	10 040	11 051
Número de Feridos	2002	473	618	83
	2003	417	645	89
	2004	nd	nd	nd
	2005	1 095	698	92
Número de mortos	2002	7	23	1
	2003	14	34	1
	2004	nd	nd	nd
	2005	16	43	1

nd - dados não disponíveis

O panorama de incêndio em Portugal torna-se assim mais claro, e é por demais evidente a gravidade que se vive em relação aos incêndios florestais.

Apesar do número de incêndios rurais ou florestais ser consideravelmente dominante no número total de ocorrências de incêndio, o número de feridos e de óbitos não é tão significativo nestes quando comparados com os incêndios urbanos. Como é facilmente perceptível, um incêndio numa área rural, ainda que de grandes dimensões, não coloca em risco tantas pessoas com um incêndio num pequeno quarteirão urbano. A densidade populacional crescente dos centros urbanos tem vindo cada vez mais a justificar os números apresentados no quadro 2.

As consequências mais nefastas dos incêndios urbanos e industriais relegam o número de ocorrências para um plano secundário, reforçando assim a necessidade de intervenção. Enquanto que será mais complicado intervir no desenvolvimento da natureza, é obrigatório intervir no desenvolvimento das construções em prol da segurança contra incêndios.

Os fenómenos migratórios verificados ao longo dos últimos anos resultaram numa grande concentração populacional em centros urbanos, tal concentração tem vindo a exponenciar e a modificar consecutivamente os riscos de incêndio urbano. A mudança permanente dos factores de risco de incêndio urbanos tem, por vezes, consequências drásticas e constitui por seu turno um desafio sistemático à regulamentação existente na matéria de segurança contra incêndios em edifícios.

2.2 – CONCEITO GERAL DE ANÁLISE DE RISCOS

A avaliação do risco no sentido lato, é uma matéria revestida de incerteza pela dificuldade de identificação dos perigos. A diversidade de factores que podem constituir uma situação de risco associada à sua manifestação intermitente, constitui um desafio para a sua análise.

Antes de se fazer a abordagem da metodologia de análise de risco, é conveniente clarificar os conceitos de perigo e de risco dentro desta temática. Assim, a análise de risco define como:

- Perigo – conjunto de condições na operação dum produto ou sistema com o potencial para iniciar uma sequência de acontecimentos que dê lugar a um acidente;
- Risco – o efeito combinado da probabilidade de ocorrência dum acontecimento não desejado e a gravidade das suas consequências.

A análise de riscos aborda então os dois factores apontados como definidores de risco, a probabilidade de ocorrência do acontecimento e a sua gravidade. A quantificação do risco é então definida pela expressão (1) apresentada no capítulo 1 e aqui transcrita novamente:

$$Risco = Probabilidade(P) \times Gravidade(G) \quad (1)$$

Esta abordagem permite uma análise sistemática do risco através da quantificação de ambos os parâmetros, probabilidade e gravidade, para cada caso, detalhadamente. Uma vantagem decorrente deste tipo de análise é o de comparar situações mediante a definição de curvas de igual risco que variam em função da Probabilidade (P) e da Gravidade (G). Na figura 1 são definidas duas curvas genéricas de igual risco.

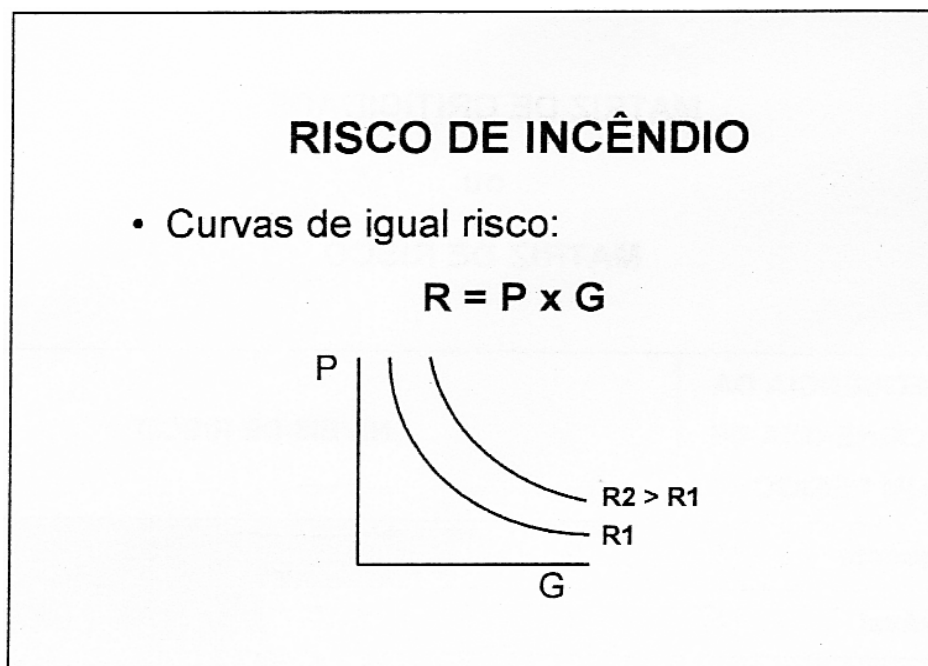


Fig. 1 – Curvas de igual risco

A segurança em cada caso é conseguida através da imposição de um risco limite, dito aceitável. Para que a situação em análise não ultrapasse este valor, é necessário reduzir a probabilidade de ocorrência ou a gravidade das consequências dessa mesma ocorrência.

Esta redução é conseguida através da implementação de medidas de prevenção e de protecção. As medidas de prevenção destinam-se a prevenir a ocorrência do início de incêndio. O estudo da forma de ocupação dos espaços bem como do manuseamento de materiais que constituam uma possível fonte de ignição é também uma medida de prevenção. A difusão e formulação de normas e regulamentação com intuito de mudar atitudes e comportamentos diários constituem por si só uma medida preventiva no sentido de evitar a ocorrência de incêndios. A prevenção reúne assim todo o conjunto de medidas destinadas a limitar a probabilidade de ocorrência de incêndio.

Já as medidas de protecção são aquelas que se destinam a proteger a vida humana e os bens materiais das consequências derivadas da ocorrência de um incêndio. Os objectivos tácitos da protecção contra incêndio são a limitação das massas combustíveis, a limitação da combustibilidade dos materiais, a rapidez de evacuação, a rapidez de extinção e a garantia de estabilidade suficiente para a evacuação e o combate às chamas. A implementação deste tipo de medidas traduz-se numa redução da gravidade das consequências de um incêndio. A figura 2 traduz os efeitos referidos graficamente.

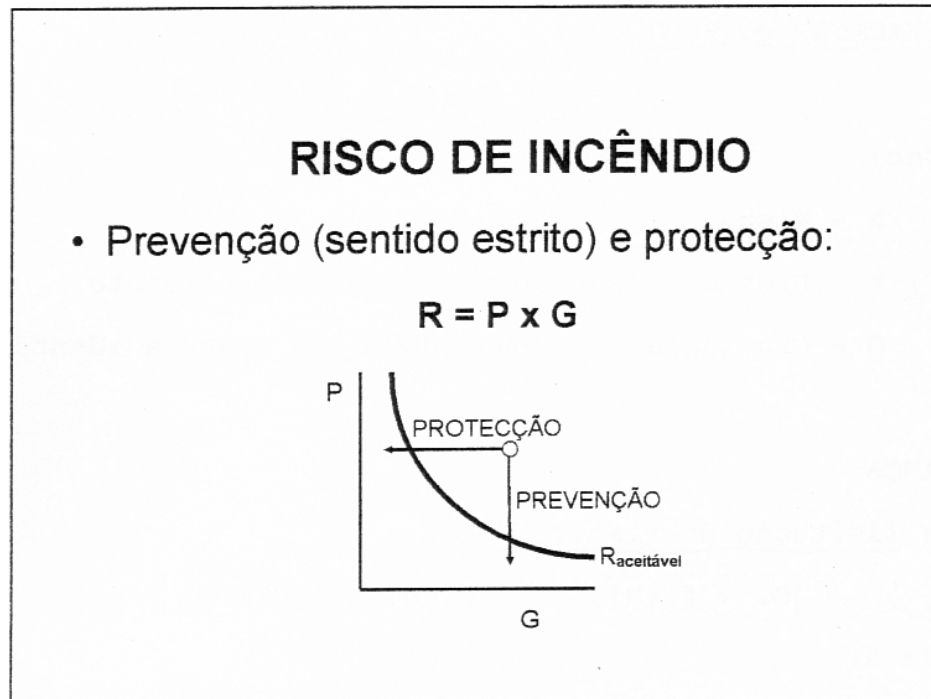


Fig. 2 – Prevenção e Protecção

Os cenários de intervenção podem então apresentar medidas de protecção, medidas de prevenção, ou mesmo uma situação resultante do recurso simultâneo a estes dois tipos de medidas. Naturalmente, a implementação destas medidas tem um custo directamente associado, conseqüentemente a determinação de um plano de intervenção constitui, não só, um problema de determinação das medidas a serem implementadas para a garantia de um risco aceitável, mas também uma decisão de índole económica.

A metodologia de análise de riscos engloba então quatro fases:

- Identificação dos perigos;
- Quantificação dos riscos;
- Determinação do risco aceitável;
- Definição da estratégia para a gestão do risco;

Os benefícios dos valores obtidos pela quantificação do risco provêm não de valores absolutos alcançados, mas antes pelo seu valor comparativo medida pelo impacto e eficácia de várias alternativas de configuração do sistema ou medidas de segurança. Esta metodologia põe à disposição dos decisores, uma base de análise que possibilita ponderar dum modo claro e objectivo, por qual das alternativas optar.

2.3 – FACTORES DE RISCO DE INCÊNDIOS URBANOS

A problemática do risco de incêndios urbanos tem sido objecto de grande preocupação por parte das entidades com responsabilidade e capacidade de intervir. Muitos são os documentos produzidos com o objectivo de minimizar quer a deflagração de incêndios quer as conseqüências derivadas deste tipo de acontecimentos. A avaliação do risco de incêndio em edifícios tem de conseguir identificar os principais factores de risco associados a cada situação e tomar medidas no sentido de os contrariar.

Os centros urbanos são caracterizados por uma grande concentração tanto de pessoas como de edifícios. Num cenário de ocorrência de incêndio, o fogo pode facilmente alastrar-se ao edifício vizinho, se não forem tomadas as devidas precauções.

Os factores que caracterizam o risco de incêndios em edifícios são a carga de incêndio e o risco de activação. A carga de incêndio é a quantidade total de calor libertável por combustão completa de todos os materiais combustíveis, por unidade de área. Este factor, aliado à combustibilidade dos próprios materiais, definem o perigo referente ao conteúdo de um edifício.

O risco de activação de um edifício é avaliado pelo perigo de ignição dependendo do número de pessoas que o ocupam e pela forma como o ocupam. Os perigos de ignição associados à forma de ocupação podem ser de fontes de natureza diversa como, por exemplo, térmica, eléctrica, mecânica ou mesmo química. O número de pessoas induz diversas fontes de perigo relativas à desordem, à manutenção e ao próprio manuseamento de fontes de ignição.

Os factores de avaliação do risco de incêndio urbano têm assim uma grande influência humana. A constante expansão dos centros urbanos leva por vezes ao abandono de edifícios antigos, sem medidas de protecção eficazes, motivando assim a degradação do parque habitacional e a ocupação temporária, proporcionando a acumulação de materiais combustíveis nestes espaços e a falta de alerta em caso de deflagração.

A ocupação dos centros históricos, pode gerar situações catastróficas de risco de incêndio se não for convenientemente realizada. A título de exemplo refere-se o incêndio que ocorreu na zona do Chiado em Lisboa em 1988. Neste incêndio foram destruídos pelas chamas 18 prédios históricos datados de 1755. As perdas significativas deste incêndio deveram-se às proporções alcançadas pelas chamas. Crê-se que o processo de mudança do mobiliário e a adaptação de imóveis residenciais a comerciais, estiveram na origem de um aumento significativo da carga de incêndio. Aliado a este, ainda se apontam como factores que facilitaram a ocorrência do incêndio com a dimensão registada a grande quantidade de materiais combustíveis existentes no interior dos edifícios, a falta de compartimentação e a dificuldade de acesso dos bombeiros, motivada pelas ruas que além de estreitas ainda se encontravam ocupadas por veículos estacionados.

Nas causas apontadas para o incêndio do Chiado, não se pode deixar de notar a grande influência humana, que mesmo não sendo maliciosa, foi sem dúvida a principal causa das proporções alcançadas.

Além dos factores referidos, também a evolução dos processos construtivos constitui um factor de risco acrescido. A introdução de novos materiais, a construção de edifícios em altura e com grandes áreas em planta sem compartimentação, motivada pela utilização a que se destinam, o recurso a fachadas totalmente envidraçadas com fins arquitectónicos e a incorporação acentuada de materiais combustíveis nos elementos de construção, constituem alguns aspectos que dificultam a sistematização de uma metodologia de avaliação de risco de incêndio.

Mediante as circunstâncias apresentadas, as preocupações da análise de risco de incêndio em edifícios, em virtude da garantia de segurança a este risco, define o seu campo de aplicação em função dos seguintes aspectos:

- Prevenção em relação o início de incêndio;
- Limitação do crescimento do incêndio;
- Extinção inicial do incêndio;
- Limitação da propagação do incêndio;
- Evacuação segura do edifício;
- Prevenção em relação à propagação do incêndio entre edifícios;

- Prevenção em relação ao colapso estrutural;
- Rapidez, eficácia e segurança das operações relativas ao combate e resgate.

As medidas adoptadas em termos de segurança contra incêndios e de acordo com os aspectos referidos, incluem, além de dispositivos de segurança, o conhecimento do comportamento ao fogo dos materiais quer de construção quer constituintes do conteúdo do edifício. A implementação das medidas de prevenção e de protecção deve ser apoiada por uma análise detalhada do edifício efectuada ainda em fase de projecto, permitindo assim a realização de um sistema integrado de segurança que contemple os diversos aspectos da segurança contra incêndio.

2.4 – CARACTERIZAÇÃO DO COMPORTAMENTO DE MATERIAIS E ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO

A natureza dos materiais de construção tem uma grande influência na deflagração e no desenvolvimento do incêndio e nas condições ambientais dos locais onde ocorre. O conhecimento do seu comportamento quando expostos ao fogo, torna-se assim vital quando se pretende conter e “controlar” um foco de incêndio num edifício.

Neste sentido, várias são as tentativas de estudar o comportamento dos materiais de construção quando sujeitos ao fogo.

2.4.1 – REACÇÃO AO FOGO DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

O Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) publicou a especificação E365-1990 “Segurança Contra Incêndio. Reacção ao Fogo dos Materiais de Construção. Critérios de Classificação”, definindo a reacção ao fogo dos materiais de construção como a importância da contribuição destes materiais na origem e no desenvolvimento do incêndio. A especificação do LNEC classifica os materiais em cinco classes de reacção ao fogo, definindo o procedimento de determinação dessa classificação. As classes de reacção ao fogo são então:

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

Os ensaios a realizar para a afectação desta classificação, são definidos na especificação E 365-1990 através da definição cinco grupos de materiais aos quais devem ser aplicados os ensaios respectivos. Estes grupos estão organizados por letras de A a E, sendo:

- A – Materiais flexíveis de espessura não superior a 5 mm aplicados sem ligação superficial directa sobre um elemento de suporte, como, por exemplo, cortinados, reposteiros, coberturas de lona e similares;
- B – Materiais flexíveis de espessura superior a 5 mm ou materiais rígidos aplicados sem ligação superficial directa sobre um elemento de suporte, como, por exemplo, forros de tecto, tectos falsos, apainelados confinando espaços de ar e similares;
- C – Pinturas e revestimentos de paredes ou de tecto assentes em toda a sua extensão sobre o elemento de suporte;
- D – Revestimentos de piso assentes, em toda a sua extensão, sobre o elemento de suporte;
- E – Materiais lamelados com paramentos incombustíveis estanques, por exemplo, folhas ou chapas delgadas metálicas, aplicados sobre um substrato combustível, por exemplo,

painéis de partículas de madeiras, feltros betuminosos ou espumas de plástico, e recobertos por um eventual revestimento.

Contudo, a especificação E 365-1990 não considera aspectos relativos à toxicidade dos gases libertados e à opacidade do fumo que têm extrema importância na segurança das pessoas.

Estes critérios de classificação não são homogêneos nos diversos países da comunidade europeia. Na sequência da Directiva 89/106/CE, respeitante aos produtos de construção, verificou-se uma actuação sistemática no sentido de se obter uma racionalização e uniformização dos métodos de ensaio e dos critérios de classificação. Surgiram então as Decisões 2000/147/CE e 2003/632/CE que consagraram as designadas “Euroclasses de reacção ao fogo”. Estas decisões não são contempladas na legislação actualmente em vigor em Portugal, no entanto já o são no novo Regulamento Geral de Segurança Contra Incêndios em Edifícios (RGSCIE) que ainda não se encontra em vigor.

Estas Decisões definem as classes de reacção ao fogo para os produtos de construção particularizando os casos dos produtos destinados a revestimento de piso e dos produtos lineares de isolamento térmico de tubos. As classes para os produtos de construção, excluindo os revestimento de piso são definidas da seguinte forma:

- A1 – Nenhuma contribuição;
- A2 – Contribuição para o fogo quase nula;
- B – Contribuição para o fogo muito limitada;
- C – Contribuição para o fogo limitada;
- D – Contribuição para o fogo aceitável;
- E – Reacção ao fogo aceitável;
- F – Comportamento não determinado.

A classificação para os produtos de construção de revestimento de piso, tem as mesmas designações mas tem afecto o índice “_{FL}”, ficando então definidas por A1_{FL}, A2_{FL}, B_{FL}, C_{FL}, D_{FL}, E_{FL} e F_{FL}. De forma análoga a esta, para os produtos lineares de isolamento térmico de tubos as classes vêm afectas do índice “_L”, ficando então definidas por A1_L, A2_L, B_L, C_L, D_L, E_L e F_L.

Nestas decisões é também considerada uma classificação complementar relativa à produção de fumo, traduzida pelo factor “s”, e à queda de gotículas ou partículas incandescentes, traduzida pelo factor “d”, não sendo esta última classificação aplicável a produtos de revestimento de piso.

As figuras 3 e 4 apresentam a correspondência entre a classificação de acordo com a especificação E 365-1990, actualmente em vigor em Portugal, e a classificação de acordo com as Decisões 2000/147/CE e 2003/632/CE a entrar em vigor aquando do novo Regulamento Geral de Segurança Contra Incêndio em Edifícios (RGSCIE).

Classes actuais (da regulamentação portuguesa)	Classificação da normalização europeia		
	Classes	Classificação complementar	
		Produção de fumos	Queda de gotas / Partículas inflamadas
M0	A1	-	-
	A2	s1	d0
M1	A2	s2	d0
		s3	d0
	B	s1 s2 s3	d0
M2	A2	s1	d1
		s2	d1
	B	s3	d1
M3	C	s1	d0
		s2	d1
	D	s3	d1
M4	A2	s1	d2
	B	s2	d2
	C	s3	d2
	D	s3	d2
Sem classificação	F	-	Ausência de classificação d2
		-	-

Fig. 3 – Correspondência entre as classes de reacção ao fogo da regulamentação portuguesa e as da legislação comunitária para produtos de construção, com excepção de revestimentos de piso

Classes actuais (da regulamentação portuguesa)	Classificação da normalização europeia	
	Classes	Classificação complementar
		Produção de fumos
M0	A1 _{FL}	-
	A2 _{FL}	s1
M1	A2 _{FL}	s2
	B _{FL}	s1 s2
M2	C _{FL}	s1
		s2
M3	D _{FL}	s1
		s2
M4	E _{FL}	-
Sem classificação	F _{FL}	-

Fig. 4 – Correspondência entre as classes de reacção ao fogo da regulamentação portuguesa e as da legislação comunitária para produtos de revestimentos de piso

2.4.2 – COMPORTAMENTO AO FOGO DOS ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO

Além do comportamento ao fogo dos materiais de construção, o seu comportamento como elemento de construção tem uma classificação específica. A resistência ao fogo dos elementos de construção é, de acordo com a especificação do LNEC E 364-1990 – “Segurança Contra Incêndio. Resistência ao Fogo dos Elementos da Construção. Métodos de Ensaio e Critérios de Classificação” actualmente em vigor, o intervalo de tempo em minutos durante o qual os elementos continuam a desempenhar as funções que lhes são exigidas, quando sujeitos a um incêndio normalizado.

De acordo com a especificação do LNEC E 364-1990, as classes de resistência ao fogo dos elementos de construção dependem das funções que desempenham no edifício apresentando a seguinte classificação:

- Estável ao Fogo (EF) – aplicado a elementos que desempenham funções de suporte, por exemplo, pilares, vigas e tirantes;
- Pára-Chamas (PC) – aplicado a elementos que desempenham funções de compartimentação no que respeita à estanquidade às chamas e eventualmente funções de suporte, por exemplo, paredes divisórias;
- Corta-Fogo (CF) – aplicado a elementos que desempenham funções de compartimentação no que respeita à estanquidade às chamas e isolamento térmico e eventualmente funções de suporte, por exemplo, pavimentos e paredes resistentes.

De modo a clarificar esta classificação, a figura 5 apresenta uma síntese das classes de resistência ao fogo de acordo com a especificação do LNEC E 364-1990. A figura 6 apresenta um esquema que ilustra a utilização dos elementos de construção de acordo com esta classificação.

FUNÇÕES DO ELEMENTO	EXIGÊNCIAS		
	Capac. carga	Estanquidade	Isol. térmico
Suporte	EF		
Compartimentação		PC	
		CF	
Suporte + compartimentação	PC		
	CF		

Fig. 5 – Síntese das classes de resistência ao fogo indicadas na E 364-1990

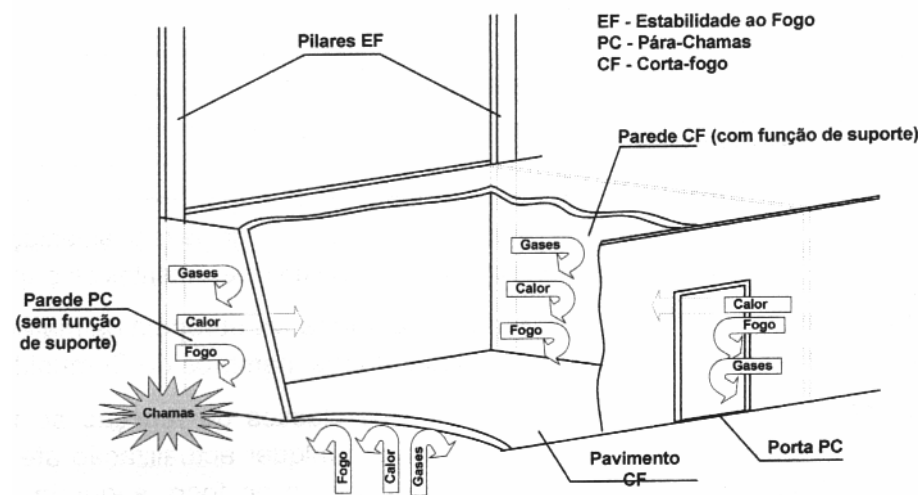


Fig. 6 – Esquema de utilização dos elementos de construção mediante a sua classe de resistência ao fogo

Associado a esta classificação é atribuído um escalão de tempo (em minutos) em função da duração de desempenho dos elementos, isto é, um elemento com a classificação CF 90 desempenha as funções de corta-fogo durante um mínimo de 90 minutos.

De forma análoga ao sucedido no comportamento ao fogo dos materiais, as Decisões 2000/376/CE e 2003/269/CE, respeitantes ao sistema de classificação de resistência ao fogo, vêm uniformizar a classificação da resistência ao fogo nos países da comunidade europeia. A classificação definida nestas Decisões é a constante no quadro 3.

Quadro 3 – Classificação dos elementos de construção segundo as Decisões 2000/376/CE e 2003/269/CE

Símbolo	Função Complementar
R	Capacidade de suporte de carga
E	Estanquidade a chamas e gases quentes
I	Isolamento térmico
W	Radiação
M	Acção mecânica
C	Fecho automático
S	Passagem de fumo
P ou PH	Continuidade de fornecimento de energia e/ou sinal
G	Resistência ao fogo
K	Capacidade de protecção contra o fogo
D	Duração da estabilidade a temperatura constante
DH	Duração da estabilidade na curvatipo tempo-temperatura
F	Funcionalidade dos ventiladores eléctricos de fumo e de calor
B	Funcionalidade dos ventiladores naturais de fumo e de calor

Também neste caso é associado um escalão de tempo (em minutos) em função da duração de desempenho do elemento.

A figura 7 apresenta um quadro síntese das classes de resistência ao fogo definidas nas Decisões referidas com correspondência directa em relação à especificação E 364-1990.

FUNÇÕES DO ELEMENTO	EXIGÊNCIAS		
	Capac. carga	Estanquidade	Isol. térmico
Suporte	R		
Comparti- mentação		E	
		EI	
Suporte + com- partimentação	RE		
	REI		

Fig. 7 – Síntese das classes de resistência ao fogo definidas pelas Decisões 2000/376/CE e 2003/269/CE com correspondência directa relativamente à especificação E 364-1990

2.5 – CARACTERÍSTICAS DO FOGO

Dependendo dos materiais existentes nos edifícios, os incêndios podem ter diversas características. Como é do conhecimento geral, o fogo é uma reacção química de combustão de características exotérmicas que resulta da activação de um elemento combustível (materiais) através de uma fonte de ignição (energia) na presença de um elemento comburente (normalmente o oxigénio). No entanto, a sustentabilidade desta reacção está dependente de um elemento fundamental, a reacção em cadeia. Esta reacção dá-se mediante as características combustíveis dos materiais e para certas quantidades dos diversos elementos. A figura 8 ilustra a reacção descrita.

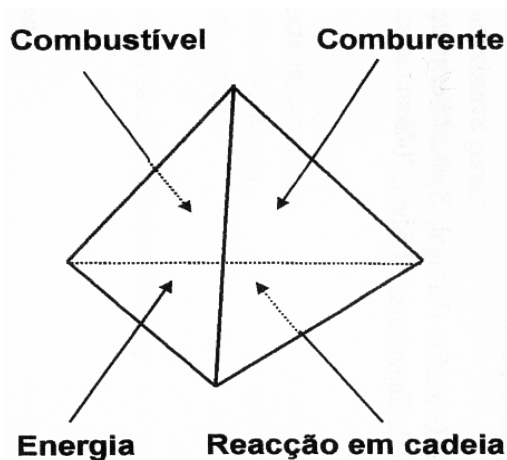


Fig. 8 – Tetraedro do fogo

Os produtos da reacção de combustão de uma substância podem ser muito diversos, no entanto referem-se de seguida aqueles que permitem a detecção automática de incêndio:

- Libertação de calor;
- Aparecimento de chama;
- Libertação de gases e produção de óxidos;
- Produção de fumo (partículas de carbono que não sofreram combustão e outras em suspensão).

A extinção desta reacção pode então ser conseguida através de quatro métodos distintos que actuam nos vários elementos da reacção, sendo:

- Carência – remoção ou dispersão do combustível. No caso dos combustíveis sólidos, é difícil aplicar o método; nos casos de combustíveis líquidos ou gasosos, o acesso destes ao fogo poderá ser cortado por manobra de válvulas convenientemente colocadas nas respectivas condutas;
- Arrefecimento – eliminação da energia libertada sob a forma de calor, provocando um abaixamento da temperatura do sistema e a consequente diminuição da energia de activação. É o método mais utilizado pelos bombeiros no combate a incêndios;
- Limitação do Comburente – impedimento ou limitação do acesso do comburente ao combustível que pode ser por asfixia se a limitação do comburente for resultante do seu consumo na combustão, em condições que evitam a renovação do ar, ou por abafamento caso a limitação do comburente resulte de uma acção exterior à própria combustão, que por sua vez impede a renovação de ar;
- Inibição – ruptura da reacção em cadeia impedindo a transmissão de energia (calor) de umas partículas do combustível para outras.

Os agentes utilizados no combate ao fogo podem ser os mais diversos desde que sirvam o propósito a que se destinam, o agente mais conhecido é a água. Porém, a natureza de certos fogos não permite o recurso a este agente de extinção, havendo mesmo o perigo de explosão em certos casos. Assim, surgem outros agentes extintores com indiscutível capacidade de combate, nomeadamente podem-se referir as espumas, o anidrido carbónico ou neve carbónica (CO₂), os hidrocarbonetos halogenados (*Halon*) e os pós químicos. A natureza distinta dos fogos permite a sua classificação em diferentes classes, nomeadamente:

- Classe A – fogos que resultam da combustão de materiais sólidos, geralmente de natureza orgânica, como por exemplo, madeira, carvão, papel ou matéria têxtil, a qual se dá normalmente com a formação de brasas;
- Classe B – fogos que resultam da combustão de líquidos ou de sólidos liquidificáveis como, por exemplo, éteres, álcoois, cetonas, vernizes, gasolinas e óleos;
- Classe C – fogos que resultam da combustão de gases, como, por exemplo, acetileno, metano, propano, etano e butano;
- Classe D – fogos que resultam da combustão de metais, como por exemplo, sódio, potássio, magnésio, urânio, zircónio e alguns tipos de plástico.

2.6 – MEDIDAS DE PROTECÇÃO ADOPTADAS EM EDIFÍCIOS

A protecção contra incêndio pode-se fazer de diversas formas, no entanto, neste capítulo desenvolvem-se unicamente duas delas, a protecção passiva e a protecção activa. A actuação da protecção passiva vai no sentido de assegurar a integridade estrutural dos edifícios e a segurança dos

seus ocupantes em caso de incêndio, contendo o incêndio dentro de um espaço limitado, evitando a sua propagação, e impedindo os efeitos dos gases tóxicos produzidos pela combustão, em lugar de reduzir os danos na área afectada. Este aspecto é abordado pela protecção activa que procura combater o incêndio após a sua deflagração através da implementação de equipamentos de intervenção. Destes equipamentos podem-se referir os sistemas de detecção e alarme ou os sistemas de extinção, quer automática quer manual.

2.6.1 – MEDIDAS DE PROTECÇÃO PASSIVAS

As medidas de protecção passivas abordam a segurança contra incêndios do ponto de vista da concepção do imóvel e da natureza dos materiais de construção. Estas medidas apoiam-se nomeadamente nas características do comportamento dos materiais e dos elementos de construção ao fogo.

Seguidamente apontam-se diversos critérios de segurança genéricos em relação às medidas de protecção passiva, nomeadamente em relação a condições exteriores, ao comportamento ao fogo do edifício e às condições de evacuação.

Relativamente às condições exteriores, os edifícios e recintos devem:

- Ser servidos por vias de acesso adequadas a veículos de socorro em caso de incêndio, com ligação permanente à rede viária pública;
- Ter limitações à propagação do incêndio pelo exterior nomeadamente através da resistência e reacção ao fogo das coberturas, paredes exteriores e revestimentos, através da existência de uma distância de segurança entre fachadas em confronto do próprio ou de edifícios vizinhos, através de cuidados relativos a vãos sobrepostos e fachadas em diedro (com abertura inferior a 135°) do próprio edifício;
- Ter localização e implantação na malha urbana condicionada pela distância a que se encontram de um quartel de bombeiros, pelo grau de prontidão destes e pelo equipamento que possuam.

Em relação ao comportamento ao fogo, os edifícios e recintos devem apresentar as seguintes características:

- Elementos estruturais com um certo grau de estabilidade ao fogo;
- Compartimentos corta-fogo de modo a proteger determinadas áreas, impedirem a propagação do incêndio ou fraccionar a carga de incêndio;
- Utilizações-tipo diferentes, no mesmo edifício, constituindo compartimentos corta-fogo independentes (salvo excepções previstas no RGSCIE);
- Compartimentação corta-fogo obtida pelos elementos da construção, pavimentos e paredes (contínuos, atravessando pisos ou tectos falso);
- Nos casos em que a capacidade de suporte não esteja em causa, são admissíveis outros materiais, desde que homologados, complementados ou não por sistemas activos de protecção (por exemplo, telas batidas por cortinas de água);
- Passagem de canalizações ou condutas, através de elementos de compartimentação, seladas ou com registos corta-fogo (com características de resistência ao fogo padrão iguais aos elementos que atravessam, ou metade desse tempo se passarem em ductos com porta de acesso com a mesma resistência);
- Vias de evacuação interiores protegidas, constituindo sempre compartimentos corta-fogo independentes;

- Comunicações verticais não seláveis ao nível dos pisos (tais como condutas de lixo, coretes de gás, caixas de elevadores) constituindo compartimentos corta-fogo.

Já as condições de evacuação devem ser tais que os espaços interiores dos edifícios e recintos devem ser organizados por forma a permitir que, em caso de incêndio, os ocupantes possam alcançar um local seguro no exterior pelos seus próprios meios, de modo fácil, rápido e seguro. De maneira a alcançar estes objectivos, devem ser tidos em conta os seguintes critérios de segurança:

- Os locais de permanência, os edifícios e os recintos devem dispor de saídas, em número e largura suficientes, convenientemente distribuídas e devidamente sinalizadas;
- As vias de evacuação devem ter a largura adequada e, quando necessário, ser protegidas contra o fogo, o fumo e os gases de combustão;
- As distâncias a percorrer devem ser limitadas;
- Em situações particulares, a evacuação pode processar-se para espaços de edifícios temporariamente seguros, designados por *zonas de refúgio*.

A aplicação destas medidas só consegue ser correctamente realizada se, em fase de projecto houver um cuidado especial para a matéria de segurança contra incêndios. A obrigatoriedade da implementação das disposições regulamentares, que vão no sentido dos critérios apontados, tem vindo a melhorar o comportamento dos edifícios novos ao risco de incêndio. Porém, torna-se difícil a implementação destes critérios em edifícios antigos, mesmo quando submetidos a obras de reabilitação, tendo em conta a compartimentação existente. Para estes casos, a segurança contra incêndio é muitas vezes conseguida através da implementação de medidas de protecção activas.

2.6.2 – MEDIDAS DE PROTECÇÃO ACTIVAS

As medidas de protecção activas procuram equipar os edifícios no sentido de tornar a intervenção em caso de incêndio o mais eficaz possível, tanto em termos de contenção do foco de incêndio ao compartimento que lhe deu origem como em relação à rapidez de intervenção. Estas medidas vão desde a detecção do incêndio, até aos meios de combate ao mesmo.

Em centros urbanos, a detecção é muitas vezes efectuada pelas próprias pessoas, que através dos números de emergência contactam os serviços de segurança ao primeiro indício de incêndio. Porém, a falta de garantias da correcta transmissão do alerta forçam a implementação de medidas mais eficazes de detecção e alerta de incêndio, já que a rapidez com que o alerta de incêndio é transmitido é vital para que a intervenção seja eficaz. Um incêndio é tanto mais destrutivo quanto maior for o intervalo de tempo entre a sua deflagração e o início da intervenção de combate às chamas.

A implementação de sistemas automáticos de detecção e alarme em caso de incêndio nos edifícios procura reduzir ao máximo o intervalo de tempo referido. Além de permitir uma intervenção mais pronta, estes sistemas auxiliam a evacuação atempada do edifício através da activação dos alarmes de incêndio. Estes sistemas possibilitam também a transmissão do alerta directamente aos bombeiros caso as dimensões do incêndio o justifiquem.

Estes sistemas são controlados através de um posto de controlo responsável pela activação dos diversos alertas e dos equipamentos de combate automáticos, caso existam. A detecção é feita através do reconhecimento da existência de produtos da combustão no ambiente. Podem ser detectadas as variações de natureza térmica, pela libertação de calor decorrente da combustão, as variações da opacidade do ar, causadas pela existência de fumos, as radiações ópticas emitidas pela chama ou ainda os gases libertados.

Sugere-se a implementação de sistemas automáticos de detecção de incêndio em locais:

- De armazenamento, com possibilidade de combustão lenta ou viva (alto potencial calorífico);
- De ocupação humana muito densa ou incapacitada, por exemplo, salas de espectáculos, recintos desportivos, hospitais e lares de idosos;
- De ocupação humana densa e potencial calorífico elevado, por exemplo, armazéns de venda e centros comerciais;
- Com materiais de grande valor, por exemplo, arquivos, bibliotecas e museus;
- De grande volume;
- Em caves ou subterrâneos e locais afastados das saídas;
- Deficientemente acessíveis, por exemplo, tectos falsos e entre-solos;
- Técnicos ou de vigilância fraca, por exemplo, casas de caldeiras e grupos electrogéneos;
- Exteriores de vigilância difícil, por exemplo, postos de transformação e “stocks” de matérias-primas;
- Circulações de imóveis de grande altura.

Genericamente os sistemas de detecção automáticos devem detectar a presença de um fogo mediante a detecção de fumos, calor e/ou radiações infravermelhas ou ultravioleta, localizar no espaço protegido o foco de incêndio, fazer funcionar um alarme, transmitir à distância o alarme, fechar ou abrir portas, parar máquinas, abrir exaustores, e outras funções auxiliares e ainda fazer iniciar o funcionamento de sistemas fixos de extinção de incêndios. A figura 9 ilustra o funcionamento genérico destes dispositivos.

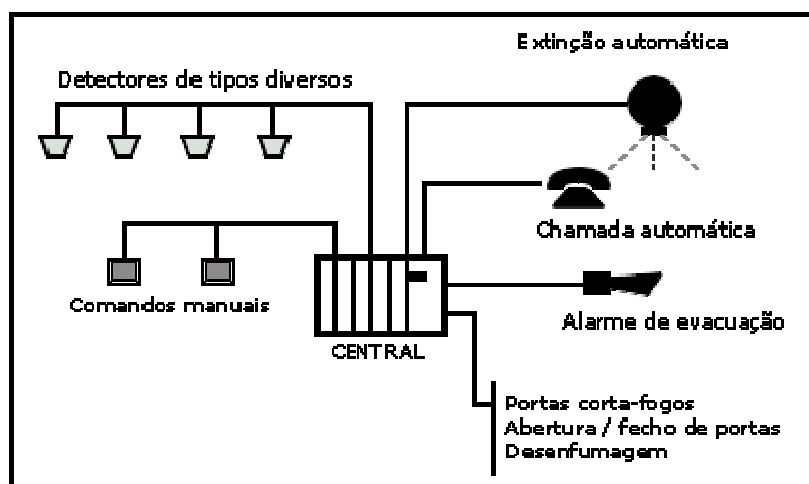


Fig. 9 – Sistema de detecção de incêndios

Além dos sistemas de detecção, as medidas de protecção activas incluem ainda meios de intervenção no combate a incêndios, estes actuam directamente sobre os elementos do fogo, designadamente, o combustível, o comburente, a fonte de ignição e a reacção em cadeia. O recurso a diversos dispositivos de segurança num mesmo edifício deve possibilitar uma intervenção integrada entre eles no combate a incêndios. Estes dispositivos incluem equipamentos destinados ao auxílio na intervenção por parte dos ocupantes, denominados de meios de primeira intervenção, e equipamentos destinados ao apoio à

intervenção por parte das corporações de bombeiros, denominados de meios de segunda intervenção. Designadamente podem-se referir como meios de primeira intervenção:

- Extintores portáteis e móveis;
- Sistemas fixos localizados de extinção manual;
- Mantas de incêndio ou ignífugas;
- Redes de incêndio armadas do tipo carretel.

Como meios de segunda intervenção referem-se:

- Redes de hidrantes exteriores, marcos de incêndio na via pública;
- Redes de incêndio armadas do tipo teatro;
- Redes interiores de incêndio, por exemplo, sistemas de coluna húmida ou seca.

Estes são exemplos de alguns tipos de dispositivos de extinção manual. Existem ainda os sistemas de extinção automáticos que podem ser de extinção por água ou por outros agentes extintores. O recurso a outros agentes extintores que não a água justifica-se não só dependendo da classe de fogo mas também em utilizações como nas salas de computadores, salas de controlo e áreas com equipamento eléctrico e electrónico sensível ou insubstituível. A figura 10 apresenta as utilizações de cada agente extintor em função da classe de fogo.

Agente extintor	Utilizações	Classe incêndio
Água	Rede de incêndio Armada (RIA) Auto-tanques Chuveiros (<i>Sprinkles</i>) Extintores	AB
Pó químico BC ABC D	Extintores Instalações fixas (sistemas automáticos)	BC ABC D
Anidrido carbónico	Extintores Instalações fixas (sistemas automáticos)	BC
Halon 1301 Halon 1221	Extintores Instalações fixas (sistemas automáticos)	BC
Espumas	Geradores de espuma Instalações fixas (sistemas automáticos)	B

Fig. 10 – Utilizações dos agentes extintores

Porém, as crescentes preocupações com o meio ambiente e, nomeadamente, com a camada do ozono, levaram à substituição de determinados agentes extintores por outros menos nocivos. Nomeadamente os *halon*, usados universalmente durante mais de 40 anos, estão a ser substituídos por outros agentes extintores, designadamente por aerossóis e gases inertes não prejudiciais à camada de ozono.

A determinação das medidas de protecção a implementar num edifício constitui assim uma matéria de alguma complexidade. O conhecimento quer dos materiais existentes quer da utilização do edifício, dão uma noção do tipo de perigos a que o edifício poderá estar sujeito, mas não nos permite tirar conclusões em relação ao número de dispositivos que devem ser implementados de modo a serem garantidos os níveis de segurança contra incêndio.

A avaliação dos riscos de incêndio surge assim no sentido de ser usada como ferramenta para dar resposta às indeterminações levantadas em cada caso. As várias metodologias de análise de riscos procuram dar apoio na tomada das decisões relativas à segurança contra incêndio, tendo em conta todos os factores envolvidos.

3

METODOLOGIA DE ANÁLISE DE RISCO DE INCÊNDIOS**3.1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS**

A metodologia de análise de riscos de incêndio segue em traços gerais, a análise de riscos já referida. Porém, a diversidade de factores envolvidos na quantificação deste risco, levou ao aparecimento de diversas metodologias de análise de risco de incêndio que têm campos de aplicação mais ou menos abrangentes.

O risco de incêndios em edifícios é caracterizado por ser distinto de edifício para edifício. A avaliação dos perigos potenciais de incêndio, caracterizados pelas elevadas temperaturas que vão ocorrer e pela existência de fumos e gases tóxicos, é feita mediante a caracterização das actividades desenvolvidas no edifício e do seu conteúdo.

De forma a melhor apreciar os perigos a que estão sujeitas pessoas e bens, têm sido desenvolvidas diversas metodologias de avaliação do risco de incêndio. A existência de regulamentação com preocupações relativas à segurança contra incêndio em edifícios, também tem merecido especial atenção, tendo em conta a constante evolução dos factores de risco.

De seguida apresentam-se alguns métodos de análise de risco de incêndio, dedicando-se particular atenção ao método de Gretener e aos critérios constantes do novo Regulamento Geral de Segurança Contra Incêndio em Edifícios (RGSCIE), por terem sido os métodos escolhidos para a aplicação prática desenvolvida neste trabalho.

A opção pela aplicação do novo RGSCIE deve-se ao facto de este vir a ser a regulamentação a aplicar em Portugal num futuro próximo tendo em vista a segurança contra incêndio. Já a escolha do método de Gretener deve-se ao facto de este ser um dos métodos mais divulgados na Europa, constituindo assim um bom elemento para a avaliação do desempenho da futura regulamentação portuguesa.

3.2 – MÉTODO DE GRETENER [1], [2]

O engenheiro suíço Max Gretener dedicou-se, desde 1960, ao estudo de um processo analítico para a quantificação do risco de incêndio. O método por ele desenvolvido data de 1965, tendo sido revisto pela última vez em 1996, é ainda hoje o método mais conhecido na Europa para a avaliação do risco de incêndio.

A sua popularidade deve-se ao facto deste método permitir uma análise sistemática dos factores de risco com uma aplicação simples e objectiva. O método é preferencialmente aplicável às construções

industriais e a outras edificações especiais e também em certos casos, aos edifícios de habitação e administrativos.

O método tem por base a utilização de fórmulas matemáticas simples conjugadas com a utilização de tabelas de dados. O grande potencial deste método deriva da sua simplicidade matemática e riqueza das tabelas, desenvolvidas com fundamentação estatística.

3.2.1 – DESCRIÇÃO DO MÉTODO

A base para a determinação do risco de incêndio de um edifício é a comparação entre um valor de risco aceitável, previamente determinado, e o valor do risco de incêndio efectivo. O cálculo do risco de incêndio efectivo é definido como o produto entre o grau de probabilidade de ocorrência do incêndio e a sua gravidade. A gravidade do incêndio é determinada a partir de uma relação entre os factores que favorecem o desenvolvimento de um incêndio e aqueles que o dificultam, usando a nomenclatura específica, uma relação entre os *perigos potenciais* e as *medidas de protecção*.

Ao avaliarmos o risco de incêndio de um edifício, aplicamos um factor às grandezas específicas com maior influência. O quociente entre o produto de todos os factores de perigo (P) e o produto dos factores do conjunto de medidas de protecção (M), denomina-se factor de exposição ao perigo de incêndio (B).

$$B = \frac{P}{M} \quad (2)$$

Os factores de perigo (P) subdividem-se em factores de perigo relativos ao conteúdo do edifício e em factores inerentes ao próprio edifício.

No caso dos perigos relativos ao conteúdo refere-se a carga de incêndio mobiliária (q), a combustibilidade (c), a formação de fumo (r) e o perigo de corrosão e toxicidade (k). Em relação aos factores inerentes ao edifício entra em linha de conta a carga de incêndio imobiliária (i), a altura do edifício ou do local em análise (e) e a amplidão dos compartimentos de incêndio (g).

Já as medidas de protecção dividem-se em medidas normais (N), medidas especiais (S) e medidas construtivas de protecção (F).

Tendo em conta o exposto, a fórmula relativa ao factor de exposição ao perigo de incêndio toma o seguinte aspecto:

$$B = \frac{q.c.r.k.i.e.g}{N.S.F} = \frac{P}{N.S.F} \quad (3)$$

As medidas de protecção normais (N) são os extintores portáteis, as bocas-de-incêndio interiores, a fiabilidade de adução em água de extinção, a distância do marco de incêndio exterior à entrada do edifício (comprimento da condução de transporte) e o pessoal instruído.

Já as medidas especiais (S) permitem avaliar todas as medidas complementares de protecção tendo em vista a detecção e luta contra fogo avaliando a detecção do fogo, a transmissão do alarme, o corpo oficial de Bombeiros que serve o edifício bem como o seu grau de intervenção, as instalações de extinção e as instalações de evacuação de calor e de fumo.

As medidas construtivas de protecção (F) avaliam a eficácia da concepção do imóvel do ponto de vista da técnica de protecção contra incêndio. Os factores avaliam a resistência ao fogo da estrutura resistente do edifício, das suas fachadas e das separações entre andares, tendo em consideração as

comunicações verticais, e ainda avaliam as dimensões das células corta-fogo tendo em consideração a parte das superfícies vidradas (janelas) utilizadas como dispositivos de evacuação do calor e do fumo.

O quadro 4 procura elucidar a situação descrita enumerando as medidas de protecção contempladas no método de Gretener.

Quadro 4 – Medidas de protecção consideradas no método de Gretener

MEDIDAS DE PROTECÇÃO		
Normais (N)	Especiais (S)	Construção (F)
$n1$ – Extintores portáteis	$s1$ – Detecção de incêndio	$f1$ – Resistência ao fogo da estrutura
$n2$ – Bocas-de-incêndio armadas	$s2$ – Transmissão do alarme	$f2$ – Resistência ao fogo das fachadas
$n3$ – Fiabilidade do abastecimento	$s3$ – Bombeiros e brigadas	$f3$ – Resistência ao fogo dos elementos horizontais de compartimentação
$n4$ – Comprimento da conduta de alimentação exterior de água	$s4$ – Tempo de intervenção dos bombeiros	$f4$ – Dimensões das células corta-fogo
$n5$ – Formação do pessoal	$s5$ – Instalações de extinção automática	
	$s6$ – Instalações de desenfumagem	

Sendo então N , S e F definidos pelas equações (4), (5) e (6) respectivamente.

$$N = n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \cdot n_4 \cdot n_5 \quad (4)$$

$$S = s_1 \cdot s_2 \cdot s_3 \cdot s_4 \cdot s_5 \cdot s_6 \quad (5)$$

$$F = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 \quad (6)$$

O risco de incêndio efectivo (R) é o resultado do valor do factor de exposição ao perigo (B) multiplicado pelo perigo de activação (A), que quantifica a probabilidade de ocorrência de um incêndio.

$$R = B \cdot A = \frac{P}{N \cdot S \cdot F} \cdot A \quad (7)$$

Na prática, o perigo de activação (A) é definido pela avaliação de fontes cuja energia calorífica ou de ignição é susceptível de desencadear um processo de combustão. O perigo de activação depende, por um lado, de factores ligados à exploração do próprio edifício que podem ser de natureza térmica, eléctrica, mecânica ou química, e depende, por outro, de fontes de perigo criadas por factores humanos como a desordem, a manutenção ou a existência de fumadores.

A prova de segurança contra incêndio faz-se comparando o risco de incêndio efectivo (R) com o risco de incêndio admissível (R_u). A segurança contra incêndio é suficiente quando o risco efectivo é inferior ao risco admissível.

$$R \leq R_u \Rightarrow R_u \geq R \quad (8)$$

Ou então exprimindo esta condição através do conceito de “segurança contra incêndio” (γ) conclui-se que:

$$\gamma = \frac{R_u}{R} \geq 1 \quad (9)$$

Caso $\gamma < 1$ significa que o edifício ou o compartimento de incêndio está insuficientemente protegido contra o incêndio.

A determinação do risco de incêndio admissível é feita a partir de um valor preestabelecido. Este valor nunca pode ser nulo já que em cada construção deve ser tido em consideração um certo risco de incêndio, e deve ser definido em cada caso, tendo-se presente que esse nível não pode ser escolhido com o mesmo valor para todos os edifícios.

O método de Gretener recomenda a fixação do valor do risco de incêndio admissível partindo de um valor de risco normal ($R_n=1.3$) e introduzindo um factor de correcção tendo em conta um maior ou menor perigo para as pessoas (P_{HE}). O risco de incêndio admissível fica então definido pela seguinte equação:

$$R_u = R_n \cdot P_{HE} \quad (10)$$

O factor de correcção do risco normal em função do número de pessoas e do nível do andar (P_{HE}) é considerado igual a 1 quando o perigo para as pessoas é considerado normal. Porém, são definidas situações em que este pode ser menor ou maior que esse valor, consoante esse perigo seja acrescido ou reduzido. Isto é, se o perigo para as pessoas for um perigo acrescido, $P_{HE} < 1$ tornando o risco admissível inferior ao risco normal, e para casos particulares em que o perigo é reduzido, a situação é completamente inversa sendo $P_{HE} > 1$ e consequentemente $R_u > R_n$.

Os edifícios que geralmente apresentam um perigo de pessoas acrescido são edifícios onde exista uma grande concentração de pessoas (edifícios administrativos ou hotéis), edifícios onde existe o risco de pânico (grandes armazéns, teatros, cinemas, museus e exposições), edifícios onde existam dificuldades de fuga em virtude da idade e da doença (hospitais, asilos e lares), ou ainda os edifícios particulares onde possam existir dificuldades de fuga pelo próprio tipo de construção (garagens subterrâneas de vários andares e edifícios de grande altura). As construções industriais de ocupação normal apresentam geralmente um perigo de pessoas normal. Apenas as construções não acessíveis ao público ocupadas por um número restrito de pessoas conhecendo bem os locais, são consideradas como apresentando um risco de pessoas reduzido, como são exemplo certos edifícios industriais e armazéns.

3.2.1.1 – Críticas ao método de Gretener

Sem questionar a utilidade do método de Gretener, este sub capítulo procura evidenciar algumas falhas e inconsistências deste método. Passadas quase cinco décadas desde a sua criação, as revisões efectuadas não colmataram certos aspectos que se consideram importantes.

O factor de exposição ao perigo das pessoas (P_{HE}) é determinado em função da categoria de exposição ao perigo das pessoas (p), em que:

- $p=1$ para exposições, museus, locais de divertimento, salas de reunião, escolas, restaurantes e grandes lojas;
- $p=2$ para hotéis, pensões, lares infantis e albergues da juventude;
- $p=3$ para hospitais, lares para pessoas idosas e outros estabelecimentos diversos.

Para as situações em que não se refere uma categoria específica, o factor de exposição ao perigo é considerado $P_{HE} = 1$. A questão é que este factor não é determinado em função das saídas de emergência existentes, e apenas depende da categoria de exposição p e do andar em que se encontra o compartimento em análise. De acordo com o exposto pelo método, para a mesma categoria de exposição, é até mais grave termos 100 pessoas num 2º andar com quatro saídas de emergência ($P_{HE}=0,95$) em relação a termos 1000 pessoas no rés-do-chão com apenas uma saída de emergência ($P_{HE}=1,00$).

De facto este factor tem uma determinação um pouco subjectiva e pouco flexível. A título de exemplo pode-se referir que é considerada idêntica uma exposição ao perigo das pessoas numa situação em que existem 1000 pessoas no 4º andar a outra da mesma categoria em que existem apenas 10 pessoas no 5º andar.

Além do referido, na determinação das medidas normais também se detectam algumas falhas. A determinação dos factores $n1$ a $n5$ limita-se a $n=1$ caso existam ou $n<1$ em caso contrário, havendo influencia directa no resultado da segurança do edifício já que estas diferenças podem ser de mais de 20%. De entre estes factores temos *Extintores Portáteis*, *Bocas-de-incêndio Armadas* e *Pessoal Instruído*. O método permite que coexista uma situação em que o pessoal esteja treinado para intervir mas não tenha meios de intervenção, sendo o produto destes coeficientes de 0,72, quando na realidade a inexistência de meios de intervenção por si só torna indiferente a existência de pessoal treinado. Se se considerar a inexistência das três medidas o produto entre eles toma o valor de 0,576. O método acaba assim por valorizar uma situação que em nada melhora concretamente a segurança do edifício.

Um factor não contemplado pelo método é o estado de conservação do edifício e a manutenção quer do edifício quer das suas instalações e infra-estruturas. Parece claro que um edifício antigo com instalações eléctricas sem as protecções adequadas constitui uma situação consideravelmente mais perigosa do que um edifício recente com instalações eléctricas devidamente protegidas. Porém, aos olhos do método, basta que ambos tenham um sistema de detecção para serem considerados como idênticos, mesmo sendo o sistema do edifício antigo susceptível de ser a causa do incêndio pelo seu eventual estado de degradação.

A análise dos factores atribuídos às instalações de extinção automática sugere uma sub valorização de umas instalações em relação a outras. Refira-se que para uma instalação sprinkler é atribuído um factor ($s5$) de valor igual a 2.00 enquanto que para uma instalação de extinção a gás o mesmo factor terá o valor 1.35. Estes coeficientes parecem desadequados tendo em conta que a extinção a gás apresenta até algumas vantagens, das quais se refere:

- A sua actuação é mais precoce quando comparada com o sistema de sprinklers, já que o seu accionamento é efectuado por meio de um sistema automático de detecção de fumo;
- Possibilita o combate a focos de incêndio em locais de difícil intervenção para um sistema sprinkler como, por exemplo, por baixo de uma mesa;
- Não tem efeitos destrutivos no espaço em que é accionado;
- A maior parte dos gases utilizados não tem consequências para as pessoas;
- Não diminui a visibilidade.

O método de Gretener não deve mesmo ser aplicado a edifícios altos pois apresenta limitações consideráveis no tratamento destas situações. O factor e , nível do andar ou altura útil dos locais, quantifica, no caso de edifícios de vários andares, em função da situação dos andares, as dificuldades de fuga das pessoas que ocupam o edifício e de actuação das corporações de Bombeiros. Porém, a tabela destinada à determinação de e nestas situações, tem como factor máximo o 11º andar, tornando idêntica a esta a situação de um 100º andar.

Além do referido, também o factor P_{HE} de perigo de exposição das pessoas se encontra desajustado à situação de edifícios altos. Para as situações que se inserem numa das categorias de risco já apresentadas, não existe limite máximo para a situação em que o compartimento se encontra, assim o factor de exposição ao perigo é igual para um 8º andar ou para um 100º andar, o que parece vital na avaliação das condições de fuga. Além destes valores muito questionáveis de P_{HE} a situação agrava-se quando o número de pessoas que se consideraram no compartimento de incêndio é indiferenciado para números superiores a 1000.

A aplicabilidade deste método é limitada às situações seguintes:

- Edifícios em que as pessoas estão expostas a um perigo especial, tais como: exposições, museus, locais de espectáculo, grandes lojas e centros comerciais, escolas, hotéis, hospitais, lares e outros estabelecimentos similares, desde que se tenha em consideração a limitação do método em relação à indiferenciação de números de pessoas superiores a 1000;
- Industria, artesanato e comércio: unidades de produção, entrepostos, zonas de armazenagem e edifícios administrativos;
- Edifícios de usos múltiplos.

Sugere-se então que a aplicação deste método seja pautada pelo bom senso do analista, tendo sempre presente a necessidade de fazer pequenos ajustes de modo a serem obtidos resultados fiáveis.

3.3 – OUTRAS METODOLOGIAS

3.3.1 – MÉTODO DE PURT [3], [6]

Em 1971 a Euroalarm (Organização que congrega os fabricantes europeus de sistemas de alarme contra incêndios) desenvolveu um método baseado no de Gretener, mais directamente aplicável para a escolha dos meios de protecção. O método é conhecido pelo nome do especialista que o desenvolveu Gustav Purt.

Este método considera o risco inerente ao edifício e seu conteúdo, propondo em função da combinação destes factores as medidas que devem ser tomadas, apresentando como resultado final a indicação dos meios alternativos de protecção que devem ser escolhidos.

O método considera então a existência de dois riscos distintos, o risco relativo ao edifício (R_E) e um outro relativo ao seu conteúdo (R_C) que inclui a representação do risco para as pessoas. São apresentadas expressões distintas para a determinação de cada um dos riscos, estando os valores dos diferentes factores tabelados, de forma análoga ao que acontece no método de Gretener.

Os valores de R_E e R_C variam entre 0 e 6, sendo possível a partir deste par de valores, avaliar as necessidades de protecção do edifício através de uma leitura gráfica. O método define quatro zonas distintas para as necessidades de protecção em função dos intervalos em que se situam os valores de R_C e R_E , sendo elas:

- Zona 1 – Não há necessidade de protecção, sendo $R_C \in [0;2]$ e $R_E \in [0;2]$;
- Zona 2 – Necessidade de extinção automática, sendo $R_C \in [0;2]$ e $R_E \in [2;6]$;
- Zona 3 – Necessidade de detecção automática, sendo $R_C \in [2;6]$ e $R_E \in [0;2]$;
- Zona 4 – Necessidade de detecção e extinção automáticas, sendo $R_C \in [2;6]$ e $R_E \in [2;6]$;

3.3.2 – MÉTODO ERIC [3], [6]

Em 1977 a UTI (Union Technique Interprofessionnelle de la Fédération Nationale du Bâtiment) a pedido do Ministério Francês do Interior desenvolveu, mais uma vez baseado no método de Gretener, um novo método designado ERIC (Évaluation du Risque Incendie Calculé). Os especialistas responsáveis pelo seu desenvolvimento foram Cluzel e Sarrat.

Este método é genericamente semelhante ao método de Purt, porém os seus resultados apenas referem a necessidade de implementação de medidas de segurança, não especificando quais.

De acordo com o método ERIC é feita a avaliação de dois riscos, um relativo ao edifício e bens nele contidos (R_E) e outro referente às pessoas (R_P). A determinação destes é feita de um modo semelhante ao método de Gretener através do quociente entre um factor relativo ao perigo (P_E ou P_P) e um factor relativo às medidas de prevenção e protecção (M_E ou M_P). Os valores dos factores de avaliação destes encontram-se também tabelados, tal como no método de Gretener.

Após a determinação de R_E e R_P , verifica-se de forma gráfica, análoga à do método de Purt, a necessidade de serem tomadas medidas de protecção compensatórias. No diagrama de classificação são então definidas quatro zonas distintas mediante o par de valores de R_E e R_P , correspondendo estas às seguintes situações:

- Zona 1 – Segurança aceitável, sendo $R_P \in [0;2]$ e $R_E \in [0;2]$;
- Zona 2 – Necessidade de considerar medidas de protecção dos bens, sendo $R_P \in [0;2]$ e $R_E \in]2;6]$;
- Zona 3 – Necessidade de considerar medidas de protecção das pessoas, sendo $R_P \in]2;6]$ e $R_E \in [0;2]$;
- Zona 4 – Necessidade de considerar medidas de protecção, quer dos bens quer das pessoas, sendo $R_P \in]2;6]$ e $R_E \in]2;6]$;

3.3.3 – FIRE SAFETY EVALUATION SYSTEM [3]

Trata-se de um método em que se procura avaliar o cumprimento do NFPA (National Fire Protection Association) 101 (Life safety Code Handboock) e a sua aplicação destina-se a estabelecimentos hospitalares, determinando um risco de ocupação que depende dos seguintes factores:

- Mobilidade dos pacientes;
- Densidade dos pacientes;
- Piso em que se situam;
- Relação entre pacientes e pessoal que presta os serviços;
- Idade média dos pacientes.

A cada um dos factores referidos é atribuído um determinado valor, do produto deste resulta o valor relativo ao risco de ocupação. De seguida é feita uma avaliação da idade do edifício, à qual se ajusta um determinado factor.

Determinam-se ainda os chamados parâmetros de segurança que são factores determinados em relação ao tipo de construção, acabamentos, sistemas de protecção existentes, dimensões dos espaços, entre outros.

A comparação dos valores obtidos para cada um dos factores referidos com valores de referência para a situação em causa, dá a determinação de segurança.

3.3.4 – MODELO MARIE [3]

Em Portugal, no Laboratório nacional de Engenharia Civil, está a ser desenvolvido um Modelo de Análise de Risco de Incêndio (MARIE) que procura contemplar todos os aspectos subjacentes à definição do risco.

Este modelo tem por base a interligação entre diversos modelos parciais no sentido de serem simulados os diversos cenários de incêndio. Inclui ainda um modelo de análise custo/benefício que tem por objectivo a comparação de estratégias alternativas de segurança. Todos os dados provenientes dos modelos parciais são analisados no Modelo de Gestão da Informação que dá a análise de risco de incêndio propriamente dita.

O estudo detalhado de cada um dos métodos tem muito interesse para a temática da análise de riscos, porém, o estado avançado desta pesquisa sai um pouco fora da abordagem que se pretende fazer neste trabalho.

Assim, de forma sucinta, os modelos parciais constantes no MARIE são:

- Modelo Descritor do Edifício (MDE);
- Modelo de Probabilidade de Ocorrência do Incêndio (MPOI);
- Modelo de Desenvolvimento do Incêndio (MDI);
- Modelo de Estabilidade ao Fogo do Edifício (MEFE);
- Modelo de Evacuação do Edifício (MEE);
- Modelo de Sistemas de Detecção e Alarme (MSDA);
- Modelo de Sistemas Automáticos de Extinção (MSAE);
- Modelo de Brigadas de Combate ao Incêndio (MBCI);
- Modelo de Fiabilidade (MF);
- Modelo de Análise Custo/Benefício (MACB);
- Modelo de Gestão de Informação (MGI).

A figura 11 apresenta o diagrama que traduz de forma esquemático o funcionamento do MARIE.

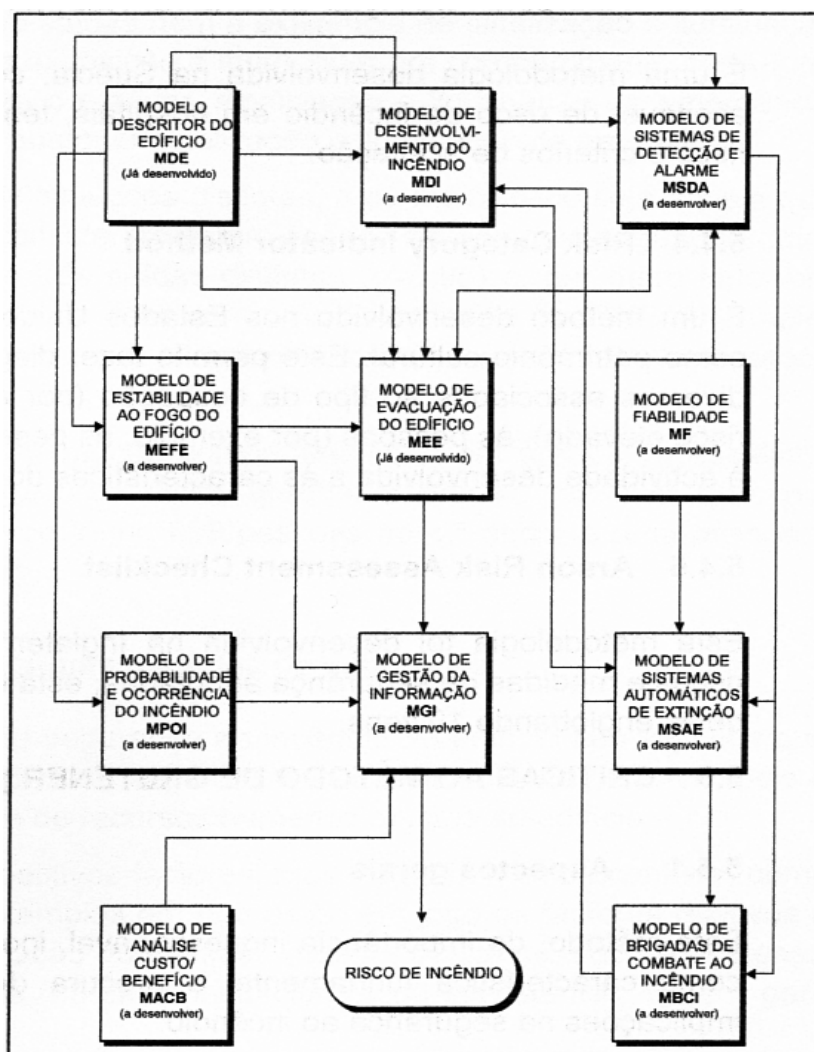


Fig. 11 – Diagrama esquemático de funcionamento do MARIE

3.4 – CRITÉRIO DO REGULAMENTO GERAL DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS EM EDIFÍCIOS (RGSCIE) [5]

No que diz respeito à segurança contra incêndios, a legislação portuguesa actual encontra-se dispersa por um número excessivo de diplomas avulsos, dificilmente harmonizáveis entre si e geradores de dificuldade na compreensão integrada que reclamam.

Podemos encontrar especificações relativas à segurança contra incêndio em diversos diplomas que podem ser tanto resoluções do Conselho de Ministros, como decretos-lei, decretos regulamentares ou mesmo portarias. Além desta heterogeneidade de desigual valor hierárquico-normativo alguns diplomas apresentam um conteúdo excessivamente minucioso, enquanto que outros raramente ultrapassam o plano genérico.

Mesmo com este panorama no quadro legal actual, continuam-se a verificar sérias lacunas e omissões. Tal deve-se parcialmente ao facto de para um conjunto elevado de edifícios não existirem regulamentos específicos de segurança contra incêndios. É o caso, designadamente, das instalações industriais, dos armazéns, dos lares de idosos, dos museus, das bibliotecas, dos arquivos e dos locais

de culto. Nestas situações apenas é aplicado o Regulamento Geral das Edificações Urbanas, de 1951, que é manifestamente insuficiente para a salvaguarda da segurança contra incêndios.

Perante uma pluralidade de textos não raras vezes divergentes, senão mesmo contraditórios nas soluções preconizadas para o mesmo tipo de problemas, é particularmente difícil obter, por parte das várias entidades responsáveis pela aplicação da lei, uma visão sistematizada e uma interpretação uniforme das normas, com evidente prejuízo da autoridade técnica que a estas deve assistir.

A Autoridade Nacional de Protecção Civil (ANPC), entidade com atribuições na área da segurança contra incêndios, é competente para propor as medidas legislativas e regulamentares que considere necessárias. Dado o panorama legislativo apresentado, a Autoridade Nacional de Protecção Civil criou um documento de síntese do quadro legal actual que não é mais do que uma enumeração dos diplomas em vigor, no âmbito da segurança contra incêndios, para cada tipo de edifício. Pela análise do referido documento, compreende-se a necessidade de um novo Regulamento Geral de Segurança Contra Incêndios em Edifícios.

Apesar de não estar ainda em vigor, o novo Regulamento Geral de Segurança Contra Edifícios é um documento que tem como objectivos gerais a preservação da vida humana, do ambiente, do património cultural e dos meios essenciais à continuidade de actividades sociais relevantes.

A sua criação recente procura combater as falhas já referidas do quadro legal actual englobando as disposições regulamentares de segurança contra incêndio aplicáveis a todos os edifícios e recintos, distribuídos por 12 utilizações-tipo, sendo cada uma delas, por seu turno, estratificada por quatro categorias de risco, contemplando ainda a utilização mista. Aproveita-se ainda para adoptar neste diploma o conteúdo das Decisões da Comissão das Comunidades Europeias 2000/147/CE e 2003/632/CE, relativas à classificação da reacção ao fogo de produtos de construção, e 2000/376/CE e 2003/629/CE, respeitantes ao sistema de classificação da resistência ao fogo.

No âmbito do tema deste projecto, o novo RGSCIE faz uma abordagem sistemática à análise de risco de incêndio. As disposições regulamentares de segurança contra incêndio têm abordagens diferentes consoante a utilização-tipo do edifício, havendo ainda disposições especiais para determinadas utilizações ou locais de risco assinalável.

Assim, a afectação das disposições construtivas de segurança contra incêndio é determinada, no novo RGSCIE, partindo de uma situação definida de utilização do edifício e classificando essa mesma utilização numa das quatro categorias de risco. O conhecimento desta utilização deve-se à determinação quer das utilizações-tipo quer dos locais de risco, e a afectação da categoria de risco depende da avaliação dos factores de risco considerados para cada utilização.

3.4.1 – UTILIZAÇÕES-TIPO

Como já foi referido, o novo Regulamento Geral de Segurança Contra Incêndio em Edifícios procura englobar no seu corpo todos os edifícios e recintos, definindo para tal 12 Utilizações-Tipo (UT) para edifícios, prevendo ainda a existência de mais de um tipo de utilização num mesmo edifício.

A *UT I* diz respeito a edifícios *Habitacionais*, correspondendo a edifícios ou partes de edifícios destinados a habitação unifamiliar ou multifamiliar, incluindo os espaços comuns de acessos e as áreas não residenciais reservadas ao uso exclusivo dos residentes.

A *UT II* diz respeito aos *Estacionamentos*, correspondendo a edifícios ou partes de edifícios destinados exclusivamente à recolha de veículos e seus reboques fora da via pública.

A *UT III* diz respeito a edifícios *Administrativos*, correspondendo a edifícios ou partes de edifícios onde se desenvolvem actividades administrativas, de atendimento ao público ou de serviços, excluindo as oficinas de reparação e manutenção, nomeadamente: escritórios, repartições públicas, tribunais, conservatórias, balcões de atendimento, notários, gabinetes de profissionais liberais, espaços de investigação não dedicados ao ensino, postos de forças de segurança e de socorro.

A *UT IV* diz respeito a edifícios *Escolares*, correspondendo a edifícios ou partes de edifícios recebendo público, onde se ministrem acções de educação, ensino e formação ou exerçam actividades lúdicas ou educativas para crianças ou jovens, podendo ou não incluir espaços de repouso ou de dormida afectos aos participantes nessas acções e actividades.

A *UT V* diz respeito a edifícios *Hospitalares e Lares de Idosos*, correspondendo a 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 e/ou psíquica, ou onde se desenvolvam actividades dedicadas a essas pessoas.

A *UT VI* diz respeito a edifícios ou recintos dedicados a *Espectáculos e Reuniões Públicas*, correspondendo a edifícios, partes de edifícios, recintos itinerantes ou provisórios e ao ar livre que recebem público, destinados a espectáculos, reuniões públicas, exibição de meios audiovisuais, bailes, jogos, conferências, palestras, culto religioso e exposições, podendo ser, ou não polivalentes.

A *UT VII* diz respeito a edifícios *Hoteleiros e de Restauração*, correspondendo a edifícios ou partes de edifícios, recebendo público, fornecendo alojamento temporário ou exercendo actividades de restauração e bebidas, em regime de ocupação exclusiva ou não

A *UT VIII* diz respeito a edifícios *Comerciais e Gares de Transportes*, correspondendo a 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 destinados a aceder a meios de transporte (rodoviário, ferroviário, marítimo, fluvial ou aéreo).

A *UT IX* diz respeito a edifícios *Desportivos e de Lazer*, correspondendo a edifícios, partes de edifícios e recintos, recebendo ou não público, destinados a actividades desportivas e de lazer, nomeadamente: estádios, picadeiros, hipódromos, velódromos, autódromos, motódromos, cartódromos, campos de jogos, parques de campismo, pavilhões desportivos, piscinas, parques aquáticos, pistas de patinagem, ginásios e saunas.

A *UT X* diz respeito a *Museus e Galerias de Arte*, correspondendo a edifícios ou partes de edifícios, recebendo ou não público, destinados à exibição de peças do património histórico e cultural ou actividades de exibição, demonstração e divulgação de carácter científico, cultural ou técnico.

A *UT XI* diz respeito a *Bibliotecas e Arquivos*, correspondendo a 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, nomeadamente: bibliotecas, mediatecas e arquivos.

A *UT XII* diz respeito a edifícios *Industriais, Oficinas e Armazéns*, correspondendo a 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.

No novo Regulamento constam as disposições gerais e específicas relativas a equipamentos e disposições de segurança, que devem ser aplicadas em função da utilização-tipo de cada edifício. Está ainda prevista a situação de um edifício possuir mais do que uma utilização-tipo constituindo assim um edifício de utilização mista. Nestes casos, as disposições a adoptar serão as referentes a cada utilização, ou as referentes à utilização-tipo do espaço que os engloba. Os números 2, 3, 4, e 5 do artigo 6º deste novo Regulamento clarificam a situação de utilização mista, bem como outras considerações relativas à classificação da utilização do edifício.

3.4.2 – LOCAIS DE RISCO

O novo Regulamento Geral de Segurança Contra Incêndios em Edifícios divide os locais de risco em 6 categorias designadas pelas letras *A*, *B*, *C*, *D*, *E* e *F*.

Os locais de risco *A* são locais, não apresentando riscos especiais, nos quais se verifiquem simultaneamente as seguintes condições:

- O efectivo total não exceda as 100 pessoas;
- O efectivo de público não exceda 50 pessoas;
- Mais de 90% dos ocupantes não se encontrem limitados na mobilidade ou nas capacidades de percepção e reacção a um alarme;
- As actividades neles exercidas ou os produtos, materiais e equipamentos que contêm não envolvam riscos agravados de incêndio.

Os locais de risco *B* são os locais acessíveis a público ou ao pessoal afecto ao estabelecimento, com um efectivo total superior a 100 pessoas ou um efectivo público superior a 50 pessoas, nos quais se verifiquem simultaneamente as seguintes condições:

- Mais de 90% dos ocupantes não se encontrem limitados na mobilidade ou nas capacidades de percepção e reacção a um alarme;
- As actividades neles exercidas ou os produtos, materiais e equipamentos que contêm não envolvam riscos agravados de incêndio.

Os locais de risco *C* são locais que apresentam riscos agravados de eclosão e de desenvolvimento de incêndio devido, quer às actividades neles desenvolvidas, quer às características dos produtos, materiais ou equipamentos neles existentes, designadamente à carga de incêndio.

Os locais de risco *D* são locais com permanência de pessoas acamadas ou destinados a receber crianças com idade não superior a três anos ou pessoas limitadas na mobilidade ou nas capacidades de percepção e reacção a um alarme.

Os locais de risco *E* fazem parte de estabelecimentos destinados a dormida, em que as pessoas não apresentem as limitações indicadas nos locais de risco *D*.

Finalmente os locais de risco *F* serão locais que possuam meios e sistemas essenciais à continuidade de actividades sociais relevantes, nomeadamente os centros nevrálgicos de comunicação, comando e controlo.

Os pontos 2, 3, 4, 5 e 6 do artigo 18º apresentam algumas imposições de classificação destes locais de risco, havendo portanto a necessidade de uma leitura cuidada para a correcta determinação destes locais de risco.

3.4.3 – CATEGORIAS DE RISCO

Após as classificações de utilização do edifício e de locais de risco, a análise de risco fica concluída, de acordo com o novo Regulamento Geral de Segurança Contra Incêndio em Edifícios, com a classificação da categoria de risco da edificação.

O Regulamento estipula quatro categorias de risco sendo que a 1ª será a que envolve menos riscos de incêndio e a 4ª a que apresentará maiores riscos.

A divisão dos edifícios pelas quatro categorias apresentadas é feita através da avaliação dos factores de classificação do risco de incêndio para cada utilização-tipo. O artigo 20º do novo Regulamento define os parâmetros sobre os quais cada utilização-tipo existente em edifícios, recintos ou suas partes é classificada quanto ao risco de incêndio.

Estes parâmetros são: a altura da utilização-tipo, o número de pisos abaixo do plano de referência, o espaço coberto ou ao ar livre, a área bruta, o efectivo público e/ou privado afecto ao edifício e a carga de incêndio calculada com base no valor de densidade de carga de incêndio modificada.

Os parâmetros de classificação quanto à categoria de risco diferem para cada utilização-tipo, sendo a categoria de risco de cada uma a mais baixa que satisfaça os critérios indicados nos quadros I a X do anexo VII do novo Regulamento Geral de Segurança Contra Incêndios em Edifícios.

3.4.4 – CÁLCULO DA DENSIDADE DE CARGA DE INCÊNDIO MODIFICADA

Um dos parâmetros de classificação quanto à categoria de risco das utilizações-tipo XI e XII é a densidade de carga de incêndio modificada, estando referidos no anexo VI do novo Regulamento Geral de Segurança Contra Incêndio em Edifícios os critérios de cálculo desta.

De acordo com o anexo VI a densidade de carga de incêndio pode ser avaliada através do cálculo determinístico, baseando-se no prévio conhecimento da quantidade e da qualidade dos materiais existentes no espaço em causa, ou através do cálculo probabilístico, baseando-se em resultados estatísticos do tipo de actividade exercida no espaço em causa.

O 1º critério de cálculo do anexo VI é o cálculo determinístico no qual a densidade de carga de incêndio q_s em MJ/m², de cada compartimento corta-fogo afecto às utilizações-tipo XI e XII, deve ser calculada utilizando a expressão:

$$q_s = \frac{\sum_{i=1}^{N_c} M_i H_i C_i R_{ai}}{S} \text{ (MJ / m}^2\text{)} \quad (11)$$

Em que:

- M_i = Massa em kg, do constituinte do combustível (i);
- H_i = Poder calorífico inferior, em MJ/kg, do constituinte do combustível (i), conforme o quadro I constante do artigo 5º do anexo VI;
- C_i = Coeficiente adimensional de combustibilidade do constituinte combustível (i), calculado nos termos do artigo 6º do anexo VI;
- R_{ai} = Coeficiente adimensional de activação do constituinte combustível (i), calculado, nos termos do quadro II constante do artigo 7º do anexo VI, em função do tipo de actividade ou do armazenamento inerente ao compartimento corta-fogo;
- N_c = Número de constituintes combustíveis presentes no compartimento;

- S = Área útil do compartimento corta-fogo, em m^2 .

O 2º critério de cálculo do anexo VI é o cálculo probabilístico no qual a densidade de carga de incêndio q_s em MJ/m^2 , de cada compartimento corta-fogo afecto às utilizações-tipo XI e XII, deve ser calculada através de duas expressões sendo uma inerente às diversas actividades desenvolvidas nos compartimentos excepto o armazenamento. Para a actividade de armazenamento o cálculo deve ser efectuado por uma segunda expressão.

Para as actividades inerentes às utilizações-tipo XI e XII, excepto o armazenamento, a densidade de carga de incêndio q_s deve ser calculada através da seguinte expressão:

$$q_s = \frac{\sum_{i=1}^{N_a} q_{Si} S_i C_i R_{ai}}{\sum_{i=1}^{N_a} S_i} (MJ / m^2) \quad (12)$$

Em que:

- q_{Si} = Densidade de carga de incêndio relativa ao tipo de actividade (i), em MJ/m^2 , conforme quadro II constante do artigo 7º do anexo VI;
- S_i = Área afecta à zona de actividade (i), em m^2 ;
- C_i = Coeficiente adimensional de combustibilidade do constituinte de maior risco de combustibilidade presente na zona de actividade (i), calculado nos termos do artigo 6º do anexo VI;
- R_{ai} = Coeficiente adimensional de activação do constituinte combustível (i), calculado, nos termos do artigo 7º do anexo VI, em função do tipo de actividade da zona (i);
- N_a = Número de zonas de actividades distintas.

Para as actividades de armazenamento, a densidade de carga de incêndio q_s deve ser calculada através da seguinte expressão:

$$q_s = \frac{\sum_{i=1}^{N_a} q_{vi} h_i S_i C_i R_{ai}}{\sum_{i=1}^{N_a} S_i} (MJ / m^2) \quad (13)$$

Em que:

- q_{vi} = Densidade de carga de incêndio por unidade de volume relativa à zona de armazenamento (i), em MJ/m^3 , conforme quadro II do artigo 7º do anexo VI;
- h_i = Altura de armazenagem da zona de armazenamento (i), em m;
- S_i = Área afecta à zona de armazenamento (i), em m^2 ;
- C_i = Coeficiente adimensional de combustibilidade relativo ao constituinte combustível armazenado na zona (i), calculado nos termos do artigo 6º do anexo VI;
- R_{ai} = Coeficiente adimensional de activação do constituinte combustível armazenado na zona (i), calculado nos termos do quadro II constante do artigo 7º do anexo VI;
- N_{ar} = Número de zonas de armazenamento distintas.

A densidade de carga de incêndio q , modificada em MJ/m^2 , da totalidade dos espaços de um edifício ou de um recinto afecto à utilização-tipo XII é calculada com base na seguinte expressão:

$$q = \frac{\sum_{k=1}^N q_{sk} S_k}{\sum_{k=1}^N S_k} (MJ / m^2) \quad (14)$$

Em que:

- q_{sk} = Densidade de carga de incêndio modificada, em MJ/m^2 , de cada compartimento corta-fogo (k);
- S_k = Área útil de cada compartimento corta-fogo (k), em m^2 ;
- N = Número de compartimentos corta-fogo.

4

APRESENTAÇÃO DO PROJECTO**4.1 – DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO**

O edifício escolhido para a avaliação do risco de incêndio foi a unidade industrial do Bloco Gráfico, Lda. que se dedica à produção de livros escolares e outros materiais impressos, as plantas deste edifício são apresentadas no anexo A1. A unidade industrial localiza-se na Zona Industrial da Maia I, no Sector X.

Com um efectivo de 101 colaboradores, a unidade industrial do Bloco Gráfico está situada num complexo industrial com aproximadamente 50 000 m², no qual estão implantados três edifícios independentes: um dedicado às áreas sociais, administrativas e de produção; outro dedicado essencialmente ao armazenamento de resíduos; e um último onde se encontram as instalações técnicas (gerador de emergência, compressores e bombas de vácuo, postos de transformação, EPTARI, captação de águas subterrâneas e alimentação de rede de gás).

Apesar da grande dimensão do complexo industrial, este projecto apenas trata o edifício principal por este constituir um desafio à análise de risco. As diversas utilizações a que este edifício se dedica (sociais, administrativas e de produção) tornam-no sujeito a diversos factores de risco. A análise integrada de todo o edifício torna-se assim essencial na avaliação global que se pretende. Sugere-se a consulta das plantas deste edifício apresentadas no anexo A1 para um melhor acompanhamento deste capítulo.

A unidade industrial localiza-se, como já foi referido, numa zona industrial possuindo a norte e a oeste instalações industriais e armazéns diversos, distando destes cerca de 100 metros. Em termos de envolvente urbana é apenas de referir a existência de um loteamento de moradias situado a cerca de 200 metros do edifício principal na direcção sudoeste. A este, após a linha do metropolitano existe uma zona florestal.

A unidade industrial do Bloco Gráfico encontra-se situada em zona de fraca sismicidade, afastada de linhas e cursos de água superficiais, não tendo sido registadas, até ao momento, situações relevantes de sismos ou inundações.

O edifício principal tem cerca de 11 000 m² em planta e apesar de ser uma construção de grande volumetria, é possível individualizar cada compartimento em função da sua utilização. A figura 12 apresenta a planta do rés-do-chão estando a sua legenda detalhada no quadro 5.

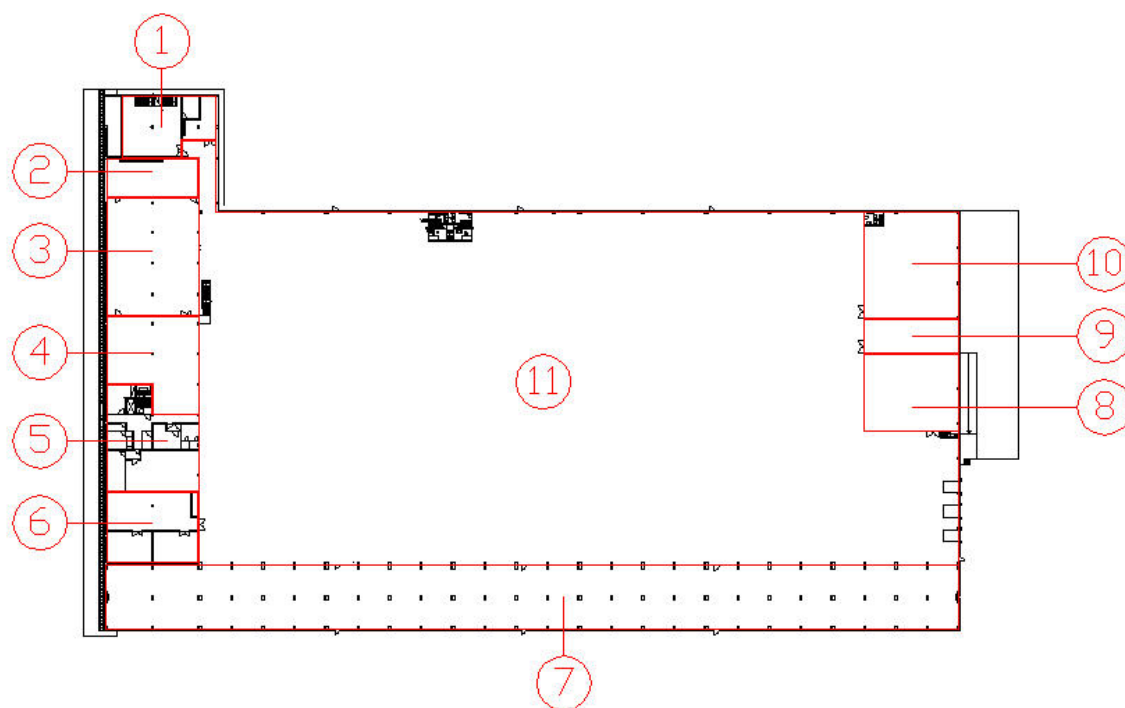


Fig. 12 – Planta do Rés-do-chão da Unidade Industrial do Bloco Gráfico

Quadro 5 – Legenda da figura 12

Compartimentos do Rés-do-Chão da Unidade Industrial do Bloco Gráfico	
1	Zona de átrio e recepção a visitantes, incluindo a sala de controlo
2	Arquivo de Fitolitos (tipo de película usada na produção de livros)
3	Montagem / Transporte
4	Arquivo de Chapas
5	Vestiários, Gabinete Médico e apoio à cantina
6	Armazém de Matérias-primas
7	Armazém Robotizado
8	Armazém de recolha de Aparas
9	Armazém de Peças e Manutenção
10	Arquivo de Sobras
11	Nave Fabril

Pela análise do quadro 5 podemos compreender que a actividade produtiva desta unidade industrial se encontra implantada ao nível do rés-do-chão. Existem ainda mais dois pisos superiores destinando-se quase exclusivamente a actividades administrativas e sociais. Estes pisos localizam-se por cima dos compartimentos 1 a 6.

A figura 13 apresenta as plantas dos 1º e 2º andares elucidando de que forma esta parte do edifício comunica com a planta do rés-do-chão.

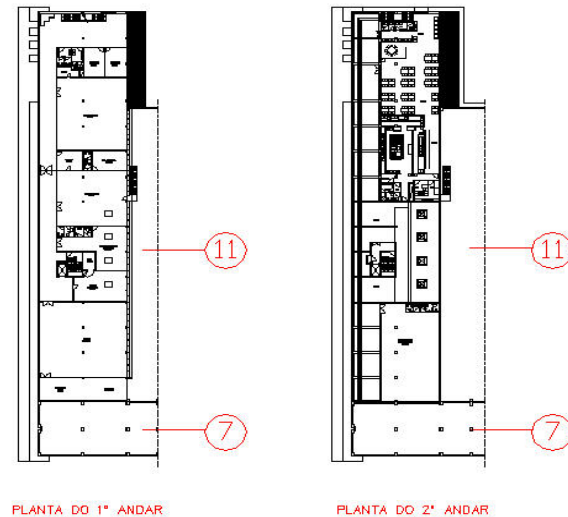


Fig. 13 – Plantas dos 1º e 2º Andares da Unidade Industrial do Bloco Gráfico

No 1º andar podem-se encontrar diversos gabinetes, secretarias e salas de reuniões, já no 2º encontra-se a cantina com capacidade para os 101 colaboradores, uma sala polivalente com 212 m² e ainda uma grande extensão de terraço.

Pode-se então dividir o edifício principal em três elementos construtivos: um edifício maioritariamente administrativo de 3 pisos; uma nave fabril; um armazém robotizado de grandes dimensões.

Estes elementos distinguem-se também pelo pé-direito disponível. No elemento de três pisos o pé-direito é de 4.10 metros em cada um, dispondo os dois pisos superiores de 3 metros úteis devido à existência de tectos falsos. Na nave fabril a altura útil do pé-direito é de 11.5 metros e o armazém robotizado dispõe de uns impressionantes 28 metros.

A figura 14 é um corte do edifício que procura clarificar a relação entre as diferentes alturas de pé-direito do armazém robotizado (7) e o edifício administrativo.

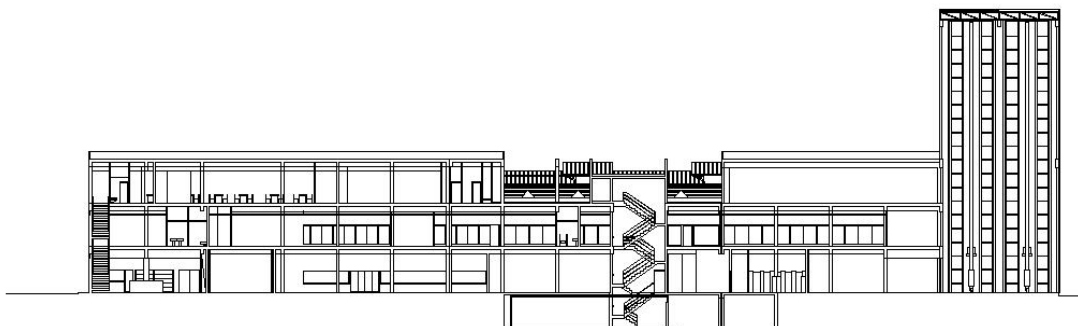


Fig. 14 – Corte da Unidade Industrial do Bloco Gráfico

4.2 – ACTIVIDADE PRODUTIVA [8]

Depois da familiarização com a construção física, temos ainda de compreender a actividade produtiva desenvolvida neste edifício para podermos analisar a que tipo de perigos o edifício pode estar sujeito.

Como já foi referido a propósito da figura 12, a actividade produtiva desenvolve-se na sua maioria no rés-do-chão. Os compartimentos onde esta actividade realmente se desenvolve são a nave fabril (11) e o compartimento de Montagem e Transporte (3), servindo os outros compartimentos deste nível para armazenamento ou apoio a esta actividade.

O processo industrial de produção de livros inicia-se com a fase de Transporte que consiste na passagem da informação digitalizada para um suporte físico. Esta transferência pode ser efectuada directamente para a chapa (CTP – Computer to Plate), podendo, em alternativa, ser efectuada para um suporte físico inicial, a película (CTF – Computer to Film) sendo posteriormente passada para a chapa.

Conseguido o suporte físico, dá-se início à fase de Impressão, na qual o papel é impresso em máquinas de impressão off-set folha a folha. Nesta fase, a chapa obtida na fase anterior é revestida com produtos químicos tornando as áreas de imagem receptoras de tinta e as áreas sem imagem receptoras de água.

Através de rolos de impressão, a tinta é aplicada à chapa aderindo apenas à zona com imagem que é transferida por off-set da chapa para um rolo de borracha (cauchu) que, por sua vez, transfere a imagem para o papel. Por vezes o papel impresso pode ser sujeito a uma operação de envernizamento com verniz UV.

Por fim, passa-se à fase de acabamento que consiste em operações mecânicas sobre o papel impresso para a obtenção do produto final. Esta fase engloba várias operações como sejam a dobra, alceamento, costura,agrafo, furação, aparo, colocação de espiral e colocação de capas.

Assim o produto final encontra-se em condições de passar para a Expedição.

4.3 – MATERIAIS ARMAZENADOS

A unidade industrial do Bloco Gráfico é, além de uma unidade de produção, um armazém de expedição. Assim, este edifício tem necessidades acrescidas de armazenamento. Além das matérias-primas necessárias para a produção de todos os materiais impressos, este edifício serve também de armazém para o produto acabado.

A identificação de perigos é uma área à qual a análise de risco dedica muita atenção, assim torna-se indispensável o conhecimento quer dos materiais quer do local onde são armazenados. A lista que se segue procura fazer uma descrição detalhada dos materiais armazenados em cada compartimento.

- Arquivo de fotolitos – Aqui podemos encontrar os rolos de película usada no processo de produção CTF (Computer to Film);
- Arquivo de Chapas – Neste compartimento encontram-se armazenadas as chapas de impressão envolvidas nos processos antes descritos;
- Armazém de Matérias-primas – Este compartimento encontra-se subdividido já que a existência de materiais inflamáveis obriga a compartimentação própria. Temos então matérias-primas correntes como papel e cartão, metais e borracha, e ainda matérias-primas inflamáveis tais como tintas, vernizes, colas, solventes, lubrificantes e outros produtos químicos;
- Armazém Robotizado: Este é sem dúvida o compartimento de armazenamento por excelência destas instalações. A sua grande dimensão em planta e o seu imponente pé-

direito de 28 metros tornam-no num dos compartimentos mais importantes da unidade industrial. O sistema robotizado faz a gestão do espaço de armazenamento disponível para os mais diversos materiais, desde matérias-primas (papel, cartolina, cartão, metais e plásticos) até produto acabado.

- Armazém de Recolha de Aparas – Aqui são armazenadas as aparas de papel provenientes da produção até serem transportadas para reciclagem. As aparas de papel encontram-se comprimidas de forma a maximizar o volume de armazenamento disponível.
- Armazém de Peças e Manutenção – Aqui estão armazenadas peças de substituição e outros artigos de manutenção para os equipamentos da unidade industrial. Genericamente os materiais existentes serão metais e borrachas.
- Arquivo de Sobras – Neste arquivo encontram-se os excedentes de produção, tratando-se portanto de livros escolares e outros materiais impressos.
- Nave Fabril – A produção industrial desenvolvida no Bloco Gráfico baseia-se num processo de produção em série e portanto, de forma a aumentar a produtividade, cada máquina tem associado um pequeno espaço de armazenamento. Além destes espaços, temos também a zona de expedição onde se encontram os artigos prontos a sair das instalações. Dada a grande área em planta deste compartimento, os espaços referidos têm uma contribuição que não pode ser desprezada. Trata-se portanto de um compartimento de utilização mista (produção e armazenamento), sendo os materiais armazenados fundamentalmente papel e cartão.

Os dados relativos a materiais e espaços de armazenamento foram fornecidos directamente por pessoal responsável do Bloco Gráfico, Lda., neste projecto são apresentados unicamente os dados com manifesto interesse para o tema desenvolvido.

4.4 – MEIOS DE COMBATE A INCÊNDIO EXISTENTES [8]

A nova tendência da protecção contra incêndios é a da segurança integrada. Este conceito procura, partindo do correcto dimensionamento dos dispositivos de combate a incêndio, a total integração entre os diversos equipamentos mecânicos e entre estes e os meios humanos.

O Bloco Gráfico tem um Plano de Emergência Interno elaborado para ir ao encontro desta ideologia de segurança integrada. Neste documento podemos encontrar em detalhe quais os meios mecânicos existentes nas instalações e quais os meios humanos responsáveis pelo seu manuseamento e conservação. Além desta descrição, o referido documento identifica perigos e factores de risco de incêndio, desenvolvendo cenários de acidente e respectivas metodologias de combate identificando responsáveis e meios de intervenção.

O Plano de Emergência Interno prevê ainda a articulação entre os responsáveis internos e entidades exteriores, tais como corporações de bombeiros, Serviços Municipais de Protecção Civil, PSP, GNR e hospitais, caso o combate à emergência não possa ser controlado pelos meios humanos e materiais internos.

Os meios humanos afectos às questões da segurança contra incêndio são auxiliados por diversos dispositivos instalados que seguidamente se enumeram:

- Sistema de detecção e alarme contra incêndio;
- Sistema de detecção, alarme e extinção automática de incêndios no armazém de matérias-primas inflamáveis;

- Sistema CCTV;
- Sistema de alarme contra intrusão;
- Sistema de telecomunicações interno;
- Portas corta-fogo com barras antipânico nas saídas de emergência, armazéns de matérias-primas inflamáveis, armazém de fotolitos e poço de escadas (com pressão positiva);
- Clarabóias de desenfumagem;
- Meios de primeira intervenção (extintores, botões de alarme e bocas de incêndio)
- Iluminação de emergência;
- Caminhos de evacuação;
- Equipamento de combate a derrames;
- Gerador de emergência.

As instalações especiais de comando e controlo de equipamento e as telecomunicações em geral possuem canalizações em caminho de cabos independente ou rede de tubagem e cabos adequado, com origem na zona da recepção.

O sistema de desenfumagem é constituído por exaustores estáticos colocados na cobertura da nave fabril e do armazém robotizado. O operador da central de incêndios e comunicações acciona o sistema de forma manual nos painéis de emergência.

Os meios de primeira intervenção são constituídos por uma rede de bocas-de-incêndio armadas e extintores de pó químico ABC, CO₂, água com aditivo e espuma, distribuídos pelos edifícios da unidade industrial e pelo perímetro industrial. A rede de bocas-de-incêndio e carretéis semi-rígidos de calibre reduzido é do tipo húmida, alimentada a partir de dois reservatórios com uma capacidade total de 111 000 litros, sendo abastecida a partir de uma central de bombagem. A central de bombagem de emergência funciona de forma automática arrancando imediatamente caso seja aberta qualquer boca-de-incêndio ou carretel e parando logo que a solicitação de caudal seja nula e a pressão estática da rede reposta na pressão normal.

5

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA APRESENTADA

5.1 – APLICAÇÃO DO MÉTODO DE GREENER

5.1.1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

A aplicação do método de Greener começa pela determinação do tipo de construção do edifício em análise. Esta consideração define, por sua vez, o risco de propagação do incêndio. O método contempla três tipos de edifícios:

- Tipo Z: Construção em células
- Tipo G: Construção de grande superfície
- Tipo V: Construção de grande volume

A construção em células dificulta e limita a propagação quer horizontal quer vertical do fogo, mas apenas são consideradas como sendo deste tipo as construções divididas em pequenos locais com um máximo de 200m² e tendo uma classe de resistência ao fogo pelo menos CF30 (resistência ao fogo de 30 minutos). Já a construção em grande superfície permite e facilita a propagação horizontal do fogo, dificultando a propagação vertical por medidas construtivas.

Em relação à construção de grande volume podemos referir que favorece e acelera a propagação horizontal e vertical do fogo. Os edifícios que não poderem ser classificados como sendo de uma das categorias anteriores devem ser considerados como do tipo V. Assim, o edifício em análise insere-se na construção de grande volume (tipo V).

A determinação do risco de incêndio efectivo é efectuada a partir do cálculo para o maior compartimento de incêndio ou o mais perigoso do edifício. Antes de ser efectuado o cálculo é previsível que este compartimento possa ser tanto a nave fabril como o armazém robotizado, porém, a aplicação deste método irá ser feita para os compartimentos de incêndio do rés-do-chão de modo a comparar os diferentes níveis de segurança neste piso. Os compartimentos dos 1º e 2º andares não constituem um perigo de incêndio significativo quando comparados com os do rés-do-chão, pelo que não se irá aplicar o método a estes.

5.1.2 – DETERMINAÇÃO DO RISCO EFECTIVO DE INCÊNDIO

Tendo em conta a equação (7) apresentada no capítulo 3, o risco de incêndio é definido pelo produto entre o factor de exposição ao perigo de incêndio (B) e o perigo de activação (A), sendo o factor de

exposição por sua vez definido pelo quociente entre o perigo potencial (P) e o produto das medidas normais (N), especiais (S) e as inerentes à construção (F) (equação (3) do capítulo 3).

O factor A é uma medida do perigo de activação tendo em vista a probabilidade de ocorrência de um incêndio. Este factor define cinco níveis de perigo de activação, sendo eles fraco, normal, médio, elevado e muito elevado a que corresponde um valor de A igual a 0.85, 1.00, 1.20, 1.45 e 1.80, respectivamente. Este factor varia consoante a actividade desenvolvida no compartimento de incêndio e encontra-se tabelado no anexo 1 (Cargas de incêndio mobiliárias e factores de influência para diversos usos) do manual do método de Gretener.

5.1.2.1 – Perigo potencial (P)

O perigo potencial é definido de acordo com a equação (15):

$$P = q.c.r.k.i.e.g \quad (15)$$

A figura 15 enuncia o significado de cada um dos factores que definem o perigo potencial.

Factor	Designação dos perigos	Símbolo Abreviatura	Atribuição
q	Carga de incêndio mobiliária	Q_m	Perigos inerentes ao conteúdo
c	Combustibilidade	F_e	
r	Formação de fumo	F_u	
k	Perigo de corrosão/toxicidade	C_o/T_x	
i	Carga de incêndio imobiliária	Q_i	Perigos inerentes ao edifício
e	Nível do andar ou altura do local	E, H	
g	Amplidão dos compartimentos de incêndio e sua relação comprimento/largura	AB $l: b$	

Fig. 15 – Factores de Perigo potencial e seu significado

A determinação dos perigos inerentes ao conteúdo é feita através da consulta do anexo 1 constante no manual do método de Gretener em função da utilização do compartimento de incêndio. Quando o uso está bem definido, isto é, o género de materiais depositado é uniforme, o anexo 1 dá o valor do factor q bem como da carga de incêndio Q_m . Quando, pelo contrário, se trata de usos indeterminados e/ou materiais depositados misturados, o valor do factor q passa a ser calculado a partir da tabela apresentada na figura 16 continuando a carga de incêndio a ser determinada a partir do anexo 1 do manual do método de Gretener.

Carga de incêndio mobiliária, factor q								
Q _m	$\frac{(MJ)}{m^2}$	q	Q _m	$\frac{(MJ)}{m^2}$	q	Q _m	$\frac{(MJ)}{m^2}$	q
Até	50	0,6	401 - 600	1,3	5 001 - 7 000	2,0		
51 - 75	0,7	601 - 800	1,4	7 001 - 10 000	2,1			
76 - 100	0,8	801 - 1 200	1,5	10 001 - 14 000	2,2			
101 - 150	0,9	1201 - 1 700	1,6	14 001 - 20 000	2,3			
151 - 200	1,0	1 701 - 2 500	1,7	20 001 - 28 000	2,4			
201 - 300	1,1	2 501 - 3 500	1,8					
301 - 400	1,2	3 501 - 5 000	1,9	mais de	28000	2,5		

Fig. 16 – Factor q em função da carga de incêndio Q_m

O factor c distribui a combustibilidade por seis graus de diferente combustibilidade tendo um valor para cada grau de acordo com a figura 17.

Combustibilidade	Graus de combustibilidade	c
altamente inflamável	1	1,6
facilmente inflamável	2	1,4
inflamável, facilmente combustível	3	1,2
normalmente combustível	4	1,0
difícilmente combustível	5	1,0
incombustível	6	1,0

Fig. 17 – Graus de Combustibilidade, factor c

À semelhança da combustibilidade os factores de perigo de fumo r e de perigo de corrosão/toxicidade k , também definem graus de perigo. As figuras 18 e 19 apresentam o valor destes factores em função dos graus de perigo.

Classificação dos materiais e mercadorias	Grau de fumo (ensaio)	Perigo devido ao fumo	r
F_u	3	normal	1,0
	2	médio	1,1
	I	grande	1,2

Fig. 18 – Perigo de fumo, factor r

Classificação dos materiais e mercadorias	Grau de perigo	k
C_o	normal	1,0
	médio	1,1
	grande	1,2

Fig. 19 – Perigo de corrosão/toxicidade, factor k

O factor i depende da combustibilidade da estrutura resistente e dos elementos da fachada não resistentes, bem como das camadas de isolamento combustíveis colocadas nos tectos das naves de um só piso. Na figura 20 encontra-se a tabela que serve de dimensionamento ao referido factor.

Estrutura resistente \ Elementos das fachadas, coberturas	Betão tijolo metal	Componentes de fachadas multi-camadas com camadas exteriores incombustíveis*	Madeira matérias sintéticas
	incombustível	combustível/protegida	combustível
Betão, tijolo, aço outro metais, incombustível	1,0	1,05	1,1
Construção em madeira: - F 30 cb - madeira / revestimento F 30 - maciça combustível: as dimensões cumprem os regulamentos	1,1	1,15	1,2
Construção em madeira: as dimensões não cumprem os regulamentos	1,2	1,25	1,3

Fig. 20 – Graus de Combustibilidade, factor i

No caso de edifícios de vários andares de pé-direito normal, o nível do andar (factor e) é determinado em função do número de andares do edifício, enquanto que para edifícios com pé-direito superior a 3m é a cota do pavimento do andar analisado que é determinante. No edifício industrial em análise, e tendo em conta que apenas se analisaram os compartimentos de incêndio ao nível do rés-do-chão, existe apenas um nível, ficando o factor e definido em função da altura útil do compartimento, contada a partir do nível da rua, e da carga de incêndio do compartimento. Considerando a altura útil do compartimento como E , a figura 21 apresenta a tabela usado no dimensionamento do factor e .

Edifícios de um só piso			
Altura do local E^{**}	e		
	Q_m pequena*	Q_m média*	Q_m grande*
mais do que 10m	1,00	1,25	1,50
até 10m	1,00	1,15	1,30
até 7m	1,00	1,00	1,00

Fig. 21 – Factor e , Edifícios de um só nível

Sendo a carga de incêndio pequena menor ou igual a 200 MJ/m², a média menor ou igual a 1000 MJ/m² e a grande maior do que 1000 MJ/m².

Considerando AB como a superfície do compartimento de incêndio e l/b como a relação entre o comprimento e a largura do mesmo compartimento, o factor g de amplidão da superfície vem definido em função destes dois valores de acordo com a tabela apresentada na figura 22.

	Relação entre o comprimento e a largura do compartimento de incêndio								factor de amplidão de superfície g
	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	
Superfície do compartimento de incêndio AB em m^2	800	770	730	680	630	580	500	400	0,4
	1 200	1 150	1 090	1 030	950	870	760	600	0,5
	1 600	1 530	1 450	1 370	1 270	1 150	1 010	800	0,6
	2 000	1 900	1 800	1 700	1 600	1 450	1 250	1 000	0,8
	2 400	2 300	2 200	2 050	1 900	1 750	1 500	1 200	1,0
	4 000	3 800	3 600	3 400	3 200	2 900	2 500	2 000	1,2
	6 000	5 700	5 500	5 100	4 800	4 300	3 800	3 000	1,4
	8 000	7 700	7 300	6 800	6 300	5 800	5 000	4 000	1,6
	10 000	9 600	9 100	8 500	7 900	7 200	6 300	5 000	1,8
	12 000	11 500	10 900	10 300	9 500	8 700	7 600	6 000	2,0
	14 000	13 400	12 700	12 000	11 100	10 100	8 800	7 000	2,2
	16 000	15 300	14 500	13 700	12 700	11 500	10 100	8 000	2,4
	18 000	17 200	16 400	15 400	14 300	13 000	11 300	9 000	2,6
	20 000	19 100	18 200	17 100	15 900	14 400	12 600	10 000	2,8
	22 000	21 000	20 000	18 800	17 500	15 900	13 900	11 000	3,0
	24 000	23 000	21 800	20 500	19 000	17 300	15 100	12 000	3,2
	26 000	24 900	23 600	22 200	20 600	18 700	16 400	13 000	3,4
	28 000	26 800	25 400	23 900	22 200	20 200	17 600	14 000	3,6
	32 000	30 600	29 100	27 400	25 400	23 100	20 200	16 000	3,8
	36 000	34 400	32 700	30 800	28 600	26 000	22 700	18 000	4,0
	40 000	38 300	36 300	35 300	31 700	28 800	25 200	20 000	4,2
	44 000	42 100	40 000	37 600	34 900	31 700	27 700	22 000	4,4
	52 000	49 800	47 200	44 500	41 300	37 500	32 800	26 000	4,6
	60 000	57 400	54 500	51 300	47 600	43 300	37 800	30 000	4,8
	68 000	65 000	61 800	58 100	54 000	49 000	42 800	34 000	5,0

Fig. 22 – Factor g , Amplidão da superfície

De acordo com as considerações efectuadas, a determinação do perigo potencial para os compartimentos de incêndio do rés-do-chão resultou no exposto no quadro 6 que é uma síntese das folhas de cálculo apresentadas no anexo A2. Para uma compreensão mais abrangente da aplicação deste método sugere-se a sua consulta.

Quadro 6 – Perigo potencial P dos compartimentos de incêndio do rés-do-chão

Compartimentos	q	c	r	k	i	e	g	P
Nave Fabril	1.50	1.20	1.00	1.00	1.00	1.25	2.20	4.95
Armazém Robotizado	1.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50	0.60	1.53
Arquivo de fotolitos, Montagem e Arquivo de Chapas	1.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.90
Arquivo de Sobras	1.70	1.20	1.00	1.00	1.00	1.50	0.40	1.22
Armazém de Peças	1.70	1.20	1.20	1.00	1.00	1.50	0.40	1.47
Recolha de Aparas	1.70	1.20	1.00	1.00	1.00	1.50	0.40	1.22
Armazém Matérias-Primas Inflamáveis	1.80	1.20	1.20	1.00	1.00	1.00	0.40	1.04

A análise do quadro 6 permite estimar qual será o compartimento que apresenta maior risco efectivo, tendo em conta as diferenças significativas ao nível do perigo potencial. De facto, comparando os valores de perigo potencial apresentados, verifica-se que a nave fabril tem um perigo potencial com uma ordem de grandeza muito superior à dos restantes factores. Tal diferença deve-se ao factor de amplidão de superfície g . As grandes dimensões em planta da nave fabril, aliadas a uma relação l/b de 2 para 1, catapultam o factor g para 2.20. O único compartimento que poderia ser equiparado à nave, seria o armazém robotizado, mas o seu impressionante comprimento de 146 metros em planta é compensado por uns meros 11 metros de largura levando o factor g a tomar o valor de 0.60.

O perigo potencial é de facto o factor que mais influencia o valor do risco efectivo, já que em relação à classificação das medidas de protecção, apenas o armazém de matérias-primas apresenta diferenças assinaláveis.

5.1.2.2 – Medidas normais (N)

O coeficiente atribuído às medidas de protecção normais é determinado a partir da equação (4) apresentada no capítulo 7, sendo os coeficientes correspondentes determinados de acordo com as tabelas apresentadas nas figuras seguintes. Estes dizem respeito aos extintores portáteis ($n1$), às bocas-de-incêndio armadas ($n2$), à fiabilidade do sistema de abastecimento de água ($n3$), ao comprimento da condução de transporte ($n4$) e ao pessoal instruído ($n5$), respectivamente.

O método de Gretener não avalia o correcto dimensionamento das medidas de protecção. Parte do princípio que a existência das próprias medidas pressupõe o seu correcto dimensionamento. Assim, os extintores portáteis são classificados de acordo com a figura 23.

n_1	10	<i>Extintores portáteis</i>	
	11	suficientes	
	12	insuficientes ou inexistentes	
			1,00
			0,90

Fig. 23 – Coeficiente $n1$, extintores portáteis

De modo semelhante, as bocas-de-incêndio armadas são avaliadas de acordo com a figura 25. Porém, um número suficiente de bocas-de-incêndio implica que todo o edifício esteja coberto pela acção deste dispositivos. Assim, a figura 24 apresenta a rede de incêndios existente no edifício de modo a ser possível a determinação do coeficiente $n2$.

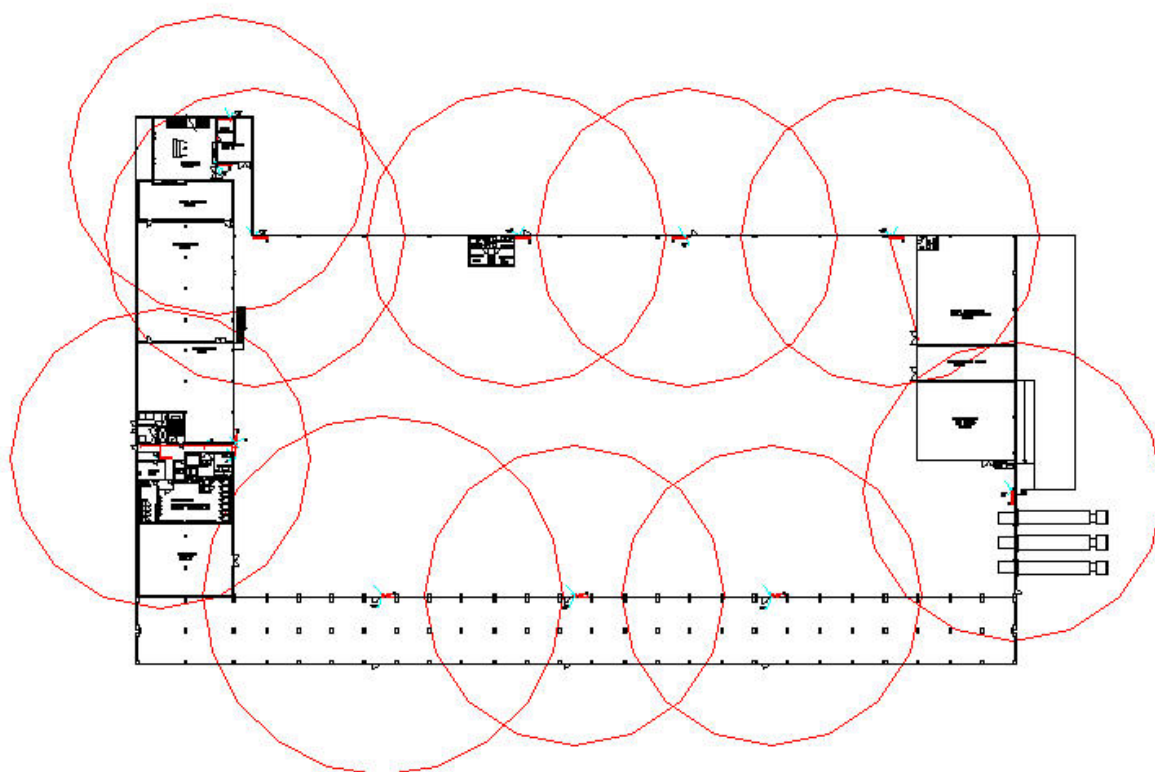


Fig. 24 – Rede de combate a incêndio existente

Pela análise da figura 24 verifica-se a cobertura total da rede de incêndio. Definindo os círculos apresentados o campo de acção de cada boca-de-incêndio armada.

n_2	20	<i>Bocas de incêndio armadas</i>	
	21	suficientes	1,00
	22	insuficientes ou inexistentes	0,80

Fig. 25 – Coeficiente n_2 , bocas-de-incêndio armadas

Outro dos coeficientes de avaliação das medidas de protecção normais é o relativo à fiabilidade do sistema de abastecimento de água. A rede de bocas-de-incêndio e carretéis semi-rígidos de calibre reduzido existente no edifício em análise, é alimentada a partir de dois reservatórios com uma capacidade total de 111 000 litros, sendo abastecida a partir de uma central de bombagem de funcionamento automático, garantindo as condições de abastecimento e de pressão em caso de emergência. Tendo em conta esta instalação, a avaliação do coeficiente relativo à fiabilidade do sistema de abastecimento de água é feita de acordo com a tabela apresentada na figura 26.

n ₃	30	Fiabilidade do sistema de abastecimento de água Condições mínimas de débito - grande risco - mais de 3600 l/minuto - risco médio - mais de 1800 l/minuto - pequeno risco - mais de 900 l/minuto	Reserva de água para incêndio** mínimo 480 m ³ mínimo 240 m ³ mínimo 120 m ³		
			Pressão de saída no hidrante		
			menos de 2 bar	mais de 2 bar	mais de 4 bar
	31	Reservatório elevado com reserva de água para incêndio ou bomba de nível freático, independente da rede eléctrica, com reservatório	0,70	0,85	1,00
	32	Reservatório elevado de água para incêndio sem reserva, com bomba de nível freático, independente da rede eléctrica	0,65	0,75	0,90
	33	Bomba de nível freático independente da rede eléctrica, sem reservatório	0,60	0,70	0,85
	34	Bomba de nível freático dependente da rede eléctrica, sem reservatório	0,50	0,60	0,70
	35	Águas naturais	0,50	0,55	0,60

Fig. 26 – Coeficiente n₃, fiabilidade do sistema de abastecimento de água

As medidas normais de protecção também contemplam a distância entre os marcos de incêndio, destinados ao uso pelas corporações de bombeiros, e a entrada do edifício. A figura 27 apresenta a rede de marcos de incêndio que servem o edifício em análise, com um raio de acção marcado de 30 metros.

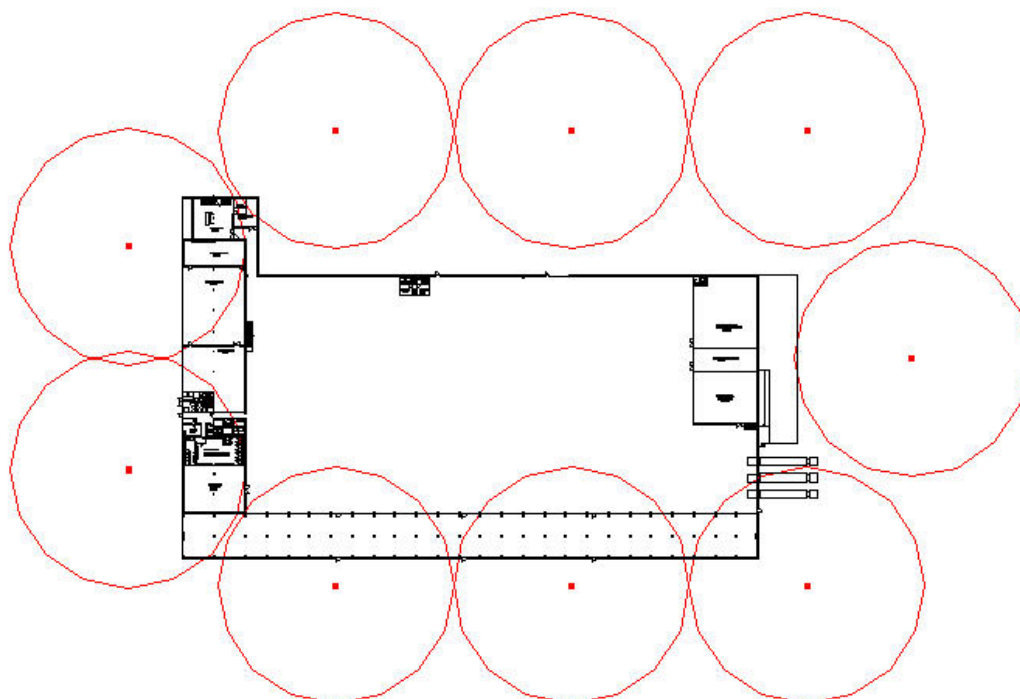


Fig. 27 – Marcos de incêndio existentes

Tendo em conta o disposto na figura 27, o coeficiente n_4 relativo ao comprimento da conduta de transporte é determinado de acordo com a tabela da figura 28.

n_4	40	Comprimento da conduta de transporte	
	41	Comprimento da conduta < 70 m (Distância entre o hidrante e a entrada do edifício)	1,00
	42	Comprimento da conduta 70-100 m	0,95
	43	Comprimento da conduta > 100 m	0,90

Fig. 28 – Coeficiente n_4 , comprimento da conduta de transporte

O último coeficiente das medidas normais de protecção, é relativo à existência de pessoal instruído. Na figura 29 são apresentados os coeficientes afectos a este parâmetro dependendo da sua existência ou não.

n_5	50	Pessoal instruído	
	51	Disponível e treinado	1,00
	52	Inexistente	0,80

Fig. 29 – Coeficiente n_5 , pessoal instruído

O quadro 7 apresenta os resultados obtidos na avaliação das medidas de protecção normais (N).

Quadro 7 – Medidas de protecção Normais (N)

Compartimentos	n_1	n_2	n_3	n_4	n_5	N
Nave Fabril	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Armazém Robotizado	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Arquivo de fotolitos, Montagem e Arquivo de Chapas	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Arquivo de Sobras	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Armazém de Peças	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Recolha de Aparas	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Armazém Matérias-Primas Inflamáveis	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Pouco se pode concluir em relação aos resultados das medidas normais, já que o edifício se encontra devidamente equipado em relação a estas. É no entanto importante referir que muitas das considerações feitas pressupõe o correcto dimensionamento destas medidas não colocando em causa a actualidade dos dispositivos implementados.

5.1.2.3 – Medidas especiais (S)

O coeficiente S relativo às medidas de protecção especiais, é determinado de acordo com a equação (5) apresentada no capítulo anterior. O seu cálculo avalia a detecção do fogo (s_1), a transmissão de alerta ao posto de alerta de incêndio (s_2), a categoria quer das corporações de bombeiros oficiais quer das de bombeiros da empresa, caso as haja, (s_3), o escalão de intervenção dos bombeiros oficiais (s_4), as instalações de extinção automática (s_5) e ainda as instalações automáticas de evacuação de calor e de fumo (s_6). As figuras 30 a 35 apresentam os quadros de determinação dos coeficientes de avaliação destas medidas.

Detecção	s_1	10	Detecção do fogo	s
		11	Vigilância: 2 rondas durante a noite e nos dias de inactividade	1,05
			rondas de 2 em 2 horas todos os dias	1,10
		12	Instalação de detecção: automática (segundo prescrições)	1,45
		13	Instalação sprinkler: automática (segundo prescrições)	1,20

Fig. 30 – Coeficiente s_1 , Detecção

Transmissão de alerta	s_2	20	Transmissão de alerta ao posto de alerta de incêndio	
		21	Através de um posto ocupado em permanência (por exemplo. cubículo porteiro com telefone)	1,05
		22	Através de um posto ocupado em permanência (de noite pelo menos 2 pessoas) com telefone	1,10
		23	Transmissão de alerta automática a partir de uma central de detecção ou sprinkler para um posto de alarme de incêndio por meio de uma linha telefónica sem controle em permanência	1,10
		24	Transmissão de alerta automática a partir de uma central de detecção ou sprinkler para um posto de alerta de incêndio por linha telefónica controlada em permanência (linha alugada ou TUS) (*) (*) Linha TUS é uma linha telefónica controlada constantemente. Se a linha ficar fora de uso, soa um alarme (ver medida s_{24}) (NT.)	1,20

Fig. 31 – Coeficiente s_2 , Transmissão de alerta

Intervenção	s_3	30	Bombeiros oficiais (CB) e de empresa (BE)					
			Bombeiros oficiais	BE Escalão 1	BE Escalão 2	BE Escalão 3	BE Escalão 4	Ausência de BE
		31	Corpo Bombeiros	1,20	1,30	1,40	1,50	1,00
		32	CB + alerta simultâneo	1,30	1,40	1,50	1,60	1,15
		33	CB + alerta simultâneo +auto-tanque	1,40	1,50	1,60	1,70	1,30
		34	Centro de Reforço B* (CRB)	1,45	1,55	1,65	1,75	1,35
		35	Centro de Reforço A* (CRA)	1,50	1,60	1,70	1,80	1,40
		36	CRA+ piquete	1,55	1,65	1,75	1,85	1,45
		37	Bombeiros Profissional	1,70	1,75	1,80	1,90	1,60

Fig. 32 – Coeficiente s_3 , Bombeiros oficiais e de empresa

De acordo com as informações dispostas no plano de emergência interno do Bloco Gráfico, foi considerada uma equipa de “bombeiros de empresa” constituída por 15 pessoas divididas em cinco equipas de intervenção especializada. Esta consideração leva a que esta equipa seja classificada como

Bombeiros de Empresa de escalão 1, que apresenta como mínimo uma equipa de 10 homens formados no serviço de incêndio. Em relação aos bombeiros oficiais, de acordo com as informações cedidas pelo comandante da corporação de bombeiros voluntários de Moreira da Maia, considera-se que a sua actuação é apoiada por alerta simultâneo e por um camião autotanque com capacidade superior a 1200L.

Escalões de intervenção	s_4	40	<i>Escalões de intervenção dos corpos locais de Bombeiros</i>					
			Escalão Tempo	Instalação sprinkler	BE Escalão 1 + 2	BE Escalão 3	BE Escalão 4	Ausência BE
		41	E ₁ <15 min	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
		42	E ₂ <30 min.	1,00	0,90	0,95	1,00	0,80
		43	E ₃ > 30 min.	0,95	0,75	0,90	0,95	0,60

Fig. 33 – Coeficiente s_4 , Escalões de intervenção dos bombeiros oficiais

Instalação de intervenção	s_5	50	<i>Instalação Sprinkler</i>	
		51	Instalação Sprinkler	2,00
		52	Instalação dilúvio, de água pulverizada ou de espuma (protecção de local)	1,70
		53	Instalação automática de extinção a gás (protecção de local)	1,35

Fig. 34 – Coeficiente s_5 , Instalações de extinção automática

Apesar de não referido no quadro de dimensionamento, para os casos em que não esteja implantada qualquer instalação de extinção automática, o coeficiente s_5 deve tomar o valor 1.00.

EACF	s_6	60	Evacuação automática de calor e fumo (EACF) natural ou forçada	1,20
------	-------	----	--	------

Fig. 35 – Coeficiente s_6 , Instalações automáticas de evacuação de calor e de fumo

Tendo em conta que o controlo de fumos do edifício do bloco gráfico é efectuado por meio de exaustores estáticos accionados pelo operador situados tanto na cobertura da nave fabril como na do armazém robotizado, considerou-se que todos os espaços com superfície em planta superior a 100m² se encontram abrangidos pela actuação destes dispositivos.

O quadro 8 apresenta os resultados obtidos na avaliação das medidas de protecção especiais (S).

Quadro 8 – Medidas de protecção Especiais (S)

Compartimentos	s1	s2	s3	s4	s5	s6	S
Nave Fabril	1.45	1.10	1.40	0.90	1.00	1.20	2.41
Armazém Robotizado	1.45	1.10	1.40	0.90	1.00	1.20	2.41
Arquivo de fotolitos, Montagem e Arquivo de Chapas	1.45	1.10	1.40	0.90	1.00	1.20	2.41
Arquivo de Sobras	1.45	1.10	1.40	0.90	1.00	1.20	2.41
Armazém de Peças	1.45	1.10	1.40	0.90	1.00	1.20	2.41
Recolha de Aparas	1.45	1.10	1.40	0.90	1.00	1.20	2.41
Armazém Matérias-Primas Inflamáveis	1.45	1.10	1.40	1.00	2.00	1.20	5.36

5.1.2.4 – Medidas inerentes à construção (F)

O coeficiente F relativo às medidas de protecção inerentes à construção avalia a resistência ao fogo dos elementos de construção, sendo determinado de acordo com a equação (6) apresentada no capítulo 3. O seu cálculo avalia a resistência da estrutura resistente ($f1$), a resistência das fachadas ($f2$), a resistência dos elementos de separação entre andares ($f3$) e ainda as células corta-fogo ($f4$). As figuras 36 a 39 apresentam os quadros de determinação dos referidos coeficientes.

f_1	<i>Estrutura resistente</i> (partes resistentes: paredes, vigas, pilares)			
	11	$\geq F 60$		1,30
	12	F 30/F 30 cb		1,20
	13	$< F 30$ cb		1,00

Fig. 36 – Coeficiente $f1$, Estrutura resistente

f_2	<i>Fachadas</i> Altura das janelas; 2/3 da altura do andar			
	21	$\geq F 60$		
	22	F 30/F 30 cb		
	23	$< F 30$ cb		
				1,15 1,10 1,00

Fig. 37 – Coeficiente $f2$, Fachadas

Tendo em conta que o edifício analisado é constituído por uma estrutura resistente em betão armado e por paredes de fachada em blocos de betão nas secções de parede corrente, a resistência ao fogo destes elementos é superior às classes apresentadas nas figuras 36 e 37.

f_3		<i>Pavimentos**</i> (Elementos horizontais de separação horizontal entre níveis)	Número de andares	Ligações verticais		
				Z+G	V	V
				Nenhuma ou isoladas	Protegidas*	não protegidas
	31	$\geq F 60$	2	1,20	1,10	1,00
			>2	1,30	1,15	1,00
	32	F 30	2	1,15	1,05	1,00
			>2	1,20	1,10	1,00
	33	F 30 cb	2	1,10	1,05	1,00
			>2	1,15	1,10	1,00
	34	< F 30 cb	2	1,05	1,00	1,00
			>2	1,10	1,05	1,00

Fig. 38 – Coeficiente f_3 , Elementos de separação entra andares

f_4		<i>Superfície das células</i> Corta-fogo providas de divisórias F 30, F 30 cb, portas corta-fogo T 30.				
		Relação de áreas AF/AZ (em percentagem da área em planta da célula corta-fogo).		$\geq 10\%$	< 10%	< 5%
	41	$AZ < 50 \text{ m}^2$	F 30	1,40	1,30	1,20
			F 30 cb	1,30	1,20	1,10
	42	$AZ < 100 \text{ m}^2$	F 30	1,30	1,20	1,10
			F 30 cb	1,20	1,10	1,00
	43	$AZ \leq 200 \text{ m}^2$	F 30	1,20	1,10	1,00
			F 30 cb	1,10	1,00	1,00

Fig. 39 – Coeficiente f_4 , Células corta-fogo

O quadro 9 apresenta os resultados obtidos na avaliação das medidas de protecção inerentes à construção (F).

Quadro 9 – Medidas de protecção inerentes à construção (F)

Compartimentos	f_1	f_2	f_3	f_4	F
Nave Fabril	1.30	1.15	1.00	1.00	1.50
Armazém Robotizado	1.30	1.15	1.00	1.00	1.50
Arquivo de fotolitos, Montagem e Arquivo de Chapas	1.30	1.15	1.00	1.00	1.50
Arquivo de Sobras	1.30	1.15	1.00	1.00	1.50
Armazém de Peças	1.30	1.15	1.00	1.00	1.50
Recolha de Aparas	1.30	1.15	1.00	1.00	1.50
Armazém Matérias-Primas Inflamáveis	1.30	1.15	1.00	1.00	1.50

5.1.2.5 – Síntese do cálculo do risco de incêndio efectivo

Após a determinação do perigo potencial (P) e das medidas de protecção (N , S e F) que definem o factor de exposição ao perigo (B), o cálculo de risco de incêndio efectivo (R) é definido pelo produto deste com o perigo de activação (A). O quadro 10 apresenta os resultados obtidos para este factor da aplicação efectuada.

Quadro 10 – Risco efectivo de incêndio (R)

Compartmentos	P	N	S	F	B	A	R
Nave Fabril	4.95	1.00	2.41	1.50	1.37	1.00	1.37
Armazém Robotizado	1.53	1.00	2.41	1.50	0.42	0.85	0.36
Arquivo de fotolitos, Montagem e Arquivo de Chapas	0.9	1.00	2.41	1.50	0.25	1.00	0.25
Arquivo de Sobras	1.22	1.00	2.41	1.50	0.34	0.85	0.29
Armazém de Peças	1.47	1.00	2.41	1.50	0.41	0.85	0.35
Recolha de Aparas	1.22	1.00	2.41	1.50	0.34	0.85	0.29
Armazém Matérias-Primas Inflamáveis	1.04	1.00	5.36	1.50	0.13	1.00	0.13

Como seria de esperar, tendo em conta o que foi referido na determinação do perigo potencial, a nave fabril apresenta um risco de incêndio efectivo muito superior aos restantes compartimentos de incêndio considerados.

5.1.3 – AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

A avaliação da segurança contra incêndio de um compartimento de incêndio, é feita a partir da comparação entre o risco efectivo de incêndio (R) e o risco admissível (R_u). De acordo com a equação (10), o risco de incêndio admissível é o produto do risco normal (R_n) pelo coeficiente de exposição ao perigo das pessoas (P_{HE}).

O método de Gretener define três categorias de exposição ao perigo, porém, para os edifícios industriais concretamente nada refere. O anexo 1 do manual do método define a categoria de exposição mediante a actividade desenvolvida no compartimento de incêndio, não apresentando qualquer classificação de exposição para a actividade desenvolvida no edifício do Bloco Gráfico. Assim, considera-se que o edifício apresenta uma exposição das pessoas ao perigo de incêndio normal, tomando o factor P_{HE} o valor 1.0.

Partindo do risco normal $R_n = 1.3$, verifica-se que, tendo em conta $P_{HE} = 1.0$, o risco de incêndio admissível será $R_u = 1.3$. O quadro 11 apresenta os resultados obtidos para a “segurança contra incêndio” (γ), calculada de acordo com a equação (9), para cada um dos compartimentos de incêndio.

Quadro 11 – Segurança contra incêndio (γ)

Compartimentos	R	P_{HE}	R_u	γ
Nave Fabril	1.37	1.00	1.30	0.95
Armazém Robotizado	0.36	1.00	1.30	3.60
Arquivo de fotolitos, Montagem e Arquivo de Chapas	0.25	1.00	1.30	5.21
Arquivo de Sobras	0.29	1.00	1.30	4.51
Armazém de Peças	0.35	1.00	1.30	3.75
Recolha de Aparas	0.29	1.00	1.30	4.51
Armazém Matérias-Primas Inflamáveis	0.13	1.00	1.30	10.05

Pela análise do quadro 11, conclui-se que apenas a nave fabril não apresenta um valor de segurança contra incêndio aceitável. O valor da segurança contra incêndio obtido para o armazém de matérias-primas inflamáveis parece ser um pouco desajustado dos restantes valores, porém, o seu conteúdo exige que sejam tomadas medidas especiais.

A simplicidade de aplicação do método de Gretener permite estabelecer situações alternativas para o compartimento de incêndio de modo a ser obtido um valor de segurança contra incêndio aceitável. A actuação pode ser imposta quer ao nível dos perigos potenciais, induzindo uma redução da carga de incêndio através da subdivisão do compartimento em causa em vários mais pequenos, quer ao nível das medidas de protecção implementando dispositivos inexistentes.

No caso em análise, a inexistência de meios de extinção automática sugere a sua implementação na nova situação. Assim, define-se agora duas situações 2A e 2B para a nave fabril, considerando que:

- Situação 2A – Instalação de extinção automática a gás
- Situação 2B – Instalação de extinção Sprinkler

O quadro 12 apresenta os resultados destas duas variantes, bem como da situação inicial (1). Neste quadro apenas são apresentados os valores dos factores relevantes para esta análise.

Quadro 12 – Variantes para a verificação de segurança da nave fabril

Nave Fabril	P	N	s_4	s_5	S	F	B	R	R_u	γ
Situação 1	4.95	1.00	0.90	1.00	2.41	1.50	1.37	1.37	1.30	0.95
Situação 2A	4.95	1.00	0.90	1.35	3.26	1.50	1.02	1.02	1.30	1.28
Situação 2B	4.95	1.00	1.00	2.00	5.36	1.50	0.62	0.62	1.30	2.10

Qualquer uma das situações consideradas faz com que a nave fabril tenha uma segurança contra incêndio admissível, no entanto, chama-se a atenção para a inflação da segurança contra incêndio na situação 2B. De acordo com estes resultados, a instalação sprinkler parece ser uma medida com resultados muito superiores à extinção a gás. Porém, no caso em análise, a instalação a gás seria uma opção mais favorável já que, tendo em conta os possíveis disparos acidentais dos sistemas de extinção

automáticos, o recurso à água como agente extintor danificaria o objecto de produção do Bloco Gráfico, incorrendo assim numa perda certa para da unidade industrial, quer para um possível incêndio, quer para a actuação accidental da instalação de extinção automática por água.

No anexo A2 são apresentadas as folhas de cálculo relativas à aplicação do método de Gretener a cada um dos compartimentos de incêndio, a sua análise permite uma melhor compreensão do desempenho de cada compartimento bem como do próprio método.

5.2 – APLICAÇÃO DOS CRITÉRIOS REGULAMENTARES

5.2.1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

A aplicação dos critérios regulamentares pressupõe um conhecimento exaustivo do edifício que se pretende analisar, como de resto, qualquer análise a um edifício, já que a própria natureza heterogénea das edificações assim o exige.

Tratando-se o edifício em questão de uma unidade industrial, é importante conhecer os processos de produção, bem como a organização do espaço destinado a esses mesmos processos. Como é normal nas unidades industriais de grandes dimensões, além do espaço destinado à produção, existem também compartimentos dedicados a outras actividades.

Como já foi referido no capítulo anterior, nesta unidade industrial existem dois pisos dedicados a actividades administrativas e de apoio diverso. Além das acomodações administrativas como gabinetes, salas de reunião e secretarias, neste edifício existe ainda uma cantina com capacidade para os 101 trabalhadores da unidade industrial.

Trata-se portanto de um edifício de utilização mista.

Tendo em conta que o edifício vizinho mais próximo se situa a cerca de 100 metros, de acordo com os artigos 319º e 321º, os materiais que compõe as paredes do edifício possuem características de resistência ao fogo suficientes para que sejam constituídos compartimentos corta-fogo. Assim, é possível a divisão do edifício nestes compartimentos e classificá-los independentemente. Este facto torna possível a sistematização do cálculo e a individualização de perigo.

5.2.2 – CLASSIFICAÇÃO DOS COMPARTIMENTOS

O primeiro passo da análise de risco, de acordo com os critérios regulamentares, é a classificação dos locais de risco. A execução obrigatória de um projecto de segurança contra incêndios pressupõe o conhecimento prévio da utilização a que o edifício e todos os seus compartimentos serão sujeitos. O correcto dimensionamento das disposições e medidas de segurança contra incêndio partem duma análise detalhada do edifício e do seu conteúdo.

Neste projecto em concreto, o conhecimento da utilização dos diversos compartimentos parte de uma base objectiva, já que a unidade industrial se encontra em funcionamento. Este facto permite o conhecimento efectivo da distribuição de espaços e do conteúdo de todo o edifício, nomeadamente dos materiais armazenados, que constituem sempre um factor de indeterminação em fase de projecto.

Para um melhor acompanhamento deste e dos sub capítulos seguintes, sugere-se a consulta das plantas do edifício apresentadas no anexo A1.

Os quadros 13, 14 e 15 apresentam os locais de risco e as utilizações-tipo determinadas para cada compartimento com as respectivas áreas úteis, correspondendo os referidos quadros ao rés-do-chão, ao 1º piso e ao 2º piso respectivamente.

Quadro 13 – Locais de Risco e utilização-tipo por compartimento para o Rés-do-Chão

Elemento	Local de Risco	Utilização-Tipo	Área (m ²)
Nave Fabril			7 260
Zona de Armazém	C	XII	940
Zona de Produção	C	XII	6 320
Átrio e Sala de Atendimento	A	III	106
Sala de Controlo e UPS	A	XII	29
Arquivos Fitolitos e Chapas e Montagem/Transporte	C	XII	631
Vestuarios, Arrumos e Gabinete Médico	A	XII	233
Armazém de Matérias-Primas Inflamáveis	C	XII	193
Arquivo Sobras, Manutenção e Recolha de Aparas	C	XII	590
Armazém Robotizado	C	XII	1 600
Área total Rés-do-Chão			10 642

A classificação dos locais de risco foi efectuada de acordo com o disposto no artigo 18º do Regulamento Geral de Segurança contra Incêndios em Edifícios (RGSCIE), não havendo situações que suscitem particular atenção.

Este edifício destina-se na sua maioria ao armazenamento e à actividade industrial, tratando-se assim de um edifício com utilização-tipo XII.

Alguns compartimentos do quadro 13 foram considerados em conjunto, como é o caso dos vestiários, arrumos e gabinete médico, por não constituírem uma diferença significativa na análise aqui efectuada já que apresentam a mesma classificação.

A sala de controlo e UPS, os vestiários, os arrumos e o gabinete médico são classificados como com utilização-tipo XII tendo em conta o referido no artigo 6º do RGSCIE, tratando-se de espaços destinados a serviços auxiliares à actividade industrial desenvolvida. O caso do gabinete médico insere-se no disposto na alínea c) do ponto 4 do mesmo artigo do RGSCIE em que os postos médicos, de socorro e de enfermagem, com menos de 200m², classificam-se com a mesma utilização-tipo daquela em que se inserem, desde que sejam geridos sob a responsabilidade da mesma entidade que gere a totalidade do espaço.

Quadro 14 – Locais de Risco e utilização-tipo por compartimento para o 1º Piso

Elemento	Local de Risco	Utilização Tipo	Área (m2)
Gabinetes	A	III	46
Sala Polivalente	A	III	191
Sala Reuniões, Secretaria e Gabinete Direcção	A	III	185.5
Laboratório	A	III	74.5
Gabinete Administrativo	A	III	65.5
Expansão	C	XI	242
Arquivo Morto (livros)	C	XI	80.3
Área total 1º Piso			1175

No 1º piso, grande parte dos compartimentos são destinados à utilização do tipo III (administrativo) incluindo a sala polivalente, usada como sala de reuniões, e o laboratório, já que este é um espaço de investigação não destinado ao ensino.

O compartimento de expansão é por enquanto uma extensão ao arquivo morto sendo portanto ambos considerados como utilização-tipo XI destinada a bibliotecas e arquivos.

Quadro 15 – Locais de Risco e utilização-tipo por compartimento para o 2º Piso

Elemento	Local de Risco	Utilização Tipo	Área (m2)
Cantina	B	VII	245
Cozinha Geral	C	VII	94
Despensa, Escritório e Vestiários	A	VII	58.5
Sala Serviços Sociais	A	III	212
Área total 2º Piso			610

Relativamente ao 2º piso, a classificação quanto à utilização-tipo sugere dois compartimentos, um afecto à actividade de restauração (tipo VII) onde se incluem os espaços destinados a serviços auxiliares como a despensa, o escritório e os vestiários dos operários da cantina, e um outro afecto à utilização-tipo III.

O espaço da cantina é considerado um local de risco B já que o efectivo total afecto é previsivelmente superior a 100 pessoas.

5.2.3 – DETERMINAÇÃO DA CATEGORIA DE RISCO

A determinação da categoria de risco é efectuada tendo em conta a avaliação diversos factores de risco dependendo da utilização-tipo do edifício.

De acordo com a classificação da utilização-tipo por compartimento efectuada no número anterior, este edifício apresenta-se como de utilização mista. Estes casos tratam-se de acordo com os critérios referidos no ponto 4 do artigo 6º do RGSCIE, do qual as alíneas a) e b) dizem respeito à situação em análise. De seguida transcrevem-se as duas alíneas referidas:

Aos espaços integrados numa dada utilização-tipo, nas condições a seguir indicadas, aplicam-se as disposições gerais e as específicas da utilização-tipo onde se insere, não sendo aplicáveis quaisquer outras:

- a) Espaços onde se desenvolvam actividades administrativas, de arquivo documental e de armazenamento necessários ao funcionamento das entidades que exploram as utilizações-tipo III a XII, desde que sejam geridos sob a sua responsabilidade, não estejam normalmente acessíveis ao público e cada um desses espaços não possua uma área bruta superior a:*
 - i. 10% da área bruta afecta às utilizações-tipo III a VII, IX e XI;*
 - ii. 20% da área bruta afecta às utilizações-tipo VIII, X e XII;*
- b) Espaços de reunião, culto religioso, conferências e palestras, ou onde se possam ministrar acções de formação, desenvolver actividades desportivas ou de lazer e, ainda, os estabelecimentos de restauração e bebidas, desde que esses espaços sejam geridos sob a responsabilidade das entidades exploradoras de utilizações-tipo III a XII e o seu efectivo não seja superior a 200 pessoas, em edifícios, ou 1000 pessoas, ao ar livre.*

Dado o exposto, pode-se concluir que, tendo em conta as áreas dos compartimentos anteriormente apresentadas, a totalidade dos espaços não classificados como de utilização-tipo XII têm uma área bruta inferior a 20% do restante edifício.

De acordo com a alínea b) da transcrição anterior, a cantina do 2º piso também é considerada como espaço de utilização tipo XII, já que não ultrapassa o efectivo de 200 pessoas apresentado como limite para espaços de restauração inseridos em edifícios.

A utilização-tipo de todo o edifício é assim a XII, aplicando-se as disposições gerais e específicas desta utilização-tipo a todos os compartimentos.

A determinação da categoria de risco para espaços de utilização-tipo XII é feita considerando se o espaço é coberto ou ao ar livre, o número de pisos abaixo do plano de referência e ainda a densidade de carga modificada.

Os quadros 18 e 19 apresentam uma síntese dos resultados obtidos na determinação da carga de incêndio modificada. De acordo com a metodologia indicada no capítulo anterior, vamos aplicar o cálculo probabilístico individualizando assim o armazenamento das restantes actividades.

Neste tipo de cálculo, são usados valores de referência com base estatística referidos no quadro II do artigo 7º do anexo VI do RGSCIE. Os quadros 16 e 17 apresentam os valores adoptados neste cálculo em função dos materiais armazenados ou das actividades desenvolvidas em cada compartimento.

Quadro 16 – Densidade de carga de incêndio por unidade de volume q_{vi} por compartimento (i)

Compartimento (i)	Actividade	q_{vi} (MJ/m ³)	R_{ai}
Zona Máquinas - Stocks	Papel prensado	2100	alto
Arquivo de Fitolitos	Oficinas de Chapa	2900	médio
Arquivo de Chapas	Oficinas de Chapa	2900	médio
Matérias-Primas Inflamáveis	Colas Combustíveis	3000	alto
Armazém de Sobras	Bibliotecas (livros)	2000	alto
Manutenção/Armazém de Peças	70% artigos de chapa + 30% artigos de borracha	2060	alto
Recolha de Aparas	Papel prensado	2100	alto
Armazém Robotizado	40% papel prensado + 40% livros + 15% cartão + 5% artigos de chapa	2415	alto
Arquivo Horto + Expansão (1º Piso)	Bibliotecas (livros)	2000	alto

Quadro 17 – Densidade de carga de incêndio q_{si} por compartimento (i)

Compartimento (i)	Actividade	q_{si} (MJ/m ²)	R_{ai}
Montagem/Transporte	Oficinas de Chapa	800	médio
Zona Máquinas - Produção	Encadernação	1000	alto

A densidade de carga de incêndio adoptada para o caso do armazenamento de papel foi considerada como sendo a de papel prensado já que a matéria-prima em questão se encontra em grandes rolos altamente condensados, este facto reduz a carga de incêndio em larga medida. Assim este valor parece mais ajustado à realidade do que os 10 000 MJ/m³ indicados no quadro II do artigo 7º do anexo VI do RGSCIE para o caso do armazenamento de papel corrente. Em relação ao armazém de recolha de aparas este valor é perfeitamente admissível tendo em conta que as aparas são efectivamente prensadas de modo a reduzir o volume que ocupam e maximizar o espaço de armazenamento.

Outra situação sujeita a adaptações, é a das chapas de impressão armazenadas quer no arquivo de chapas quer no arquivo de fotolitos. Tendo em conta que o processo de impressão Computer to Film (CTF), que recorre ao uso de uma película (fotolito), está cada vez mais em desuso, estes dois compartimentos foram considerados como equivalentes. Os valores adoptados para estes casos parecem um pouco desajustados quando comparados com o papel, mas por insuficiência de dados do quadro, estes valores parecem ser os mais correctos a adoptar. De realçar que a sua influência no resultado final não é significativa.

De acordo com o regulamento, deve ser considerada a actividade mais gravosa em cada situação. Porém, no caso do armazém de peças e do armazém robotizado, a constituição da densidade de carga de incêndio por unidade de volume (q_{vi}) como uma media pesada de vários materiais, constitui uma

maior aproximação à realidade tendo em conta a natureza não exclusiva destes dois compartimentos e ainda os materiais em menor quantidade mas com maior densidade de carga de incêndio, como é o caso do cartão que se considera com 4 200 MJ/m³.

A actividade de produção na nave fabril foi considerada como sendo de encadernação por ser esta a apresentar uma densidade de carga de incêndio (q_s) mais significativa.

O coeficiente de activação (R_{ai}) é determinado de acordo com o artigo 7º do anexo VI que o define como sendo 3.0 para risco de activação alto, 1.5 para risco médio e 1.0 para risco de activação baixo conforme consta na classificação do quadro II.

De forma a clarificar os quadros 18 e 19, o factor q_s/v diz respeito tanto à densidade de carga de incêndio por unidade de volume relativa à zona de armazenamento (q_v), em MJ/m³, como à densidade de carga de incêndio relativa aos restantes tipos de actividade (q_s), em MJ/m², daí que na actividade de armazenamento seja necessário definir a altura de armazenamento (h_i).

Quadro 18 – Densidade de carga de incêndio q_s por compartimento (i)

Compartimentos (i)	$q_{v/s}$	h_i (m)	S_i (m ²)	C_i	R_{ai}	$q_{v/s} \cdot S$	q_s total (MJ/m2)
Armazenamento:							
Nave Fabril - Stocks	2100	1.1	940	1.3	3	8468460	42 877
Arquivo de Fotolitos	2900	2	98	1	1.5	852600	
Arquivo de Chapas	2900	2	216	1	1.5	1879200	
Matérias-Primas Inflamáveis	3400	2	193	1.6	3	6299520	
Armazém de Sobras	2000	2	285	1.3	3	4446000	
Manutenção/Armazém de Peças	2060	2	93.7	1	3	1158132	
Recolha de Aparas	2100	2	211	1.3	3	3456180	
Armazém Robotizado	2415	17.6	530	1.3	3	87855768	
Arquivo Horto + Expansão (1º Piso)	2000	2	160	1.3	3	2496000	
Restantes Actividades:							
Montagem/Transporte	800	-	317	1	1.5	380400	3 771
Nave Fabril - Produção	1000	-	6320	1.3	3	24648000	

Os valores adoptados para a área (S) e para a altura de armazenamento (h) do armazém robotizado foram corrigidos em relação aos valores anteriormente referidos, tendo em conta que o valor da densidade de carga de incêndio por unidade de volume (q_v) diz respeito ao volume de material armazenado, e tanto a estrutura de suporte das paletes bem como o espaço ocupado pelos robots inflacionariam muito este valor. Assim, foi deduzida a altura quer dos motores dos robots quer das vigas de suporte de cada paleta, e a área de armazenamento foi reduzida unicamente para as quatro fileiras de armazenamento.

A altura de armazenamento considerada para a nave fabril foi de 1.1 metros, por esta ser a altura standard das paletes usadas na unidade industrial. A área respectiva de armazenamento foi determinada com apoio no layout da nave fabril. As restantes alturas de armazenamento foram consideradas tendo em conta quer o pé-direito dos compartimentos quer a facilidade de acomodação daí resultante.

O coeficiente de combustibilidade (C_i) é determinado de acordo com o artigo 6º do anexo VI e assume os valores de 1.6, 1.3 e 1.0 consoante o risco de combustibilidade seja alto, médio ou baixo, respectivamente. Tirando o caso do armazém de matérias-primas inflamáveis, a determinação do risco de combustibilidade é determinada em função do ponto de inflamação que, sendo inferior a 100°C apresenta um risco alto, estando situado entre 100°C e 200°C apresenta um risco médio e sendo superior a 200°C apresenta um risco baixo.

Quadro 19 – Densidade de carga de incêndio modificada q_s para a totalidade do edifício

Actividades da Utilização-Tipo XII	q_s	S	$q_s \cdot S$	q_s final
Armazenamento	42 877	2 727	116911860	15 159
Restantes actividades	3 771	6 637	25028400	

De acordo com o quadro 19, o edifício apresenta uma densidade de carga de incêndio modificada de 15 159 MJ/m². De acordo com o artigo 21º do RGSCIE, a categoria de risco de cada utilização-tipo é a mais baixa que satisfaça integralmente os critérios indicados nos quadros I a X do anexo VII. A figura 40 apresenta o quadro X referente à utilização-tipo XII.

Categoria	Valores máximos referentes à utilização-tipo XII		
	Integrada em edifício		Ao ar livre
	Carga de incêndio modificada da UT XII	Número de pisos ocupados pela UT XII abaixo do plano de referência	Carga de incêndio modificada da UT XII
1. ^a	850 MJ/m ²	0	1 700 MJ/m ²
2. ^a	3 400 MJ/m ²	1	5 500 MJ/m ²
3. ^a	10 000 MJ/m ²	1	15 000 MJ/m ²

Fig. 40 – Quadro X (artigo 21º) anexo VII, Categorias de risco da utilização-tipo XII (industriais, oficinas e armazéns)

Como a utilização-tipo XII se encontra integrada no edifício, a carga de incêndio ultrapassa o limite imposto no quadro X para a 3ª categoria de risco. Assim, o edifício em análise encontra-se na categoria máxima de risco, a 4ª categoria.

5.2.4 – CONDIÇÕES REGULAMENTARES DOS EQUIPAMENTOS E SISTEMAS DE SEGURANÇA

A determinação da categoria de risco aliada à utilização-tipo constitui a avaliação do risco de incêndio de acordo com os critérios regulamentares, o conhecimento deste dois parâmetros permite ajustar as

condições gerais e específicas dos equipamentos e sistemas de segurança a cada edifício correctamente, definidas pelos títulos VII e IX do RGSCIE respectivamente.

A avaliação das condições aplicáveis ao edifício em análise afasta-se um pouco do tema deste trabalho, porém a determinação da categoria de risco por si só não proporciona uma análise de resultados de fácil comparação. Neste sub capítulo apresentam-se as condições gerais e específicas dos equipamentos e sistemas de segurança aplicáveis ao edifício, de forma genérica, com o objectivo de concluir o raciocínio de aplicação dos critérios regulamentares.

De acordo com o título VII do RGSCIE, as condições gerais aplicáveis a edifícios da utilização-tipo XII e da 4ª categoria de risco serão as seguintes:

- Sinalização – de acordo com o artigo 127º, todos os edifícios ou recintos devem dispor da sinalização adequada em conformidade com o disposto no capítulo I do título VII e obedecendo à legislação nacional, com a excepção dos fogos de habitação e dos espaços comuns da utilização-tipo I da 1ª categoria de risco;
- Iluminação de emergência – de acordo com as disposições do capítulo II do título VII, os espaços de edifícios e recintos, com as mesmas excepções da sinalização, para além de possuírem iluminação normal, devem também ser dotados de um sistema de iluminação de emergência de segurança e, em alguns casos, de um sistema de iluminação de substituição;
- Detecção, Alarme e Alerta – os edifícios de utilização-tipo XII devem ser dotados de instalações de alarme da configuração 3. De acordo com o quadro XLVI do anexo VII do RGSCIE, a configuração referida será constituída por botões de accionamento de alarme, detectores automáticos, central de sinalização e comando dotada de temporizações, alerta automático, comandos e fonte local de alimentação de emergência, garantindo uma protecção total do edifício e com difusão do alarme no interior;
- Controlo de fumo – De acordo com o artigo 154º do RGSCIE os locais de risco C e os espaços afectos à utilização-tipo XII, devem ser dotados de instalações de controlo de fumo que promovam a libertação para o exterior do fumo e dos gases tóxicos ou corrosivos, reduzindo a contaminação e a temperatura dos espaços e mantendo condições de visibilidade, nomeadamente nas vias de evacuação. Os locais não compartimentados, cuja área seja superior a 1600 m² ou em que uma das suas dimensões lineares exceda 60 m, devem ser divididos em cantões de desenfumagem, preferencialmente iguais, cujas dimensões não ultrapassem aqueles valores, como é o caso da nave fabril e do armazém robotizado;
- Meios de Intervenção – Todas as utilizações-tipo, com excepção da utilização-tipo I das 1ª e 2ª categorias de risco, devem ser equipadas com extintores devidamente dimensionados e adequadamente distribuídos. A utilização-tipo XII da 4ª categoria de risco deve ainda ser servida por uma rede de incêndio armada, guarnecida com bocas-de-incêndio do tipo teatro, convenientemente distribuídas e sinalizadas sempre que necessário.
- Sistemas fixos de extinção automática – Na utilização-tipo XII da 4ª categoria de risco devem ser utilizados sistemas fixos de extinção automática por água através de aspersores (sprinklers);
- Posto de Segurança – Deve ser previsto um posto de segurança, destinado a centralizar toda a informação de segurança e os meios principais de recepção e difusão de alarmes e de transmissão do alerta, bem como a coordenar os meios operacionais e logísticos em caso de emergência, nos espaços afectos à utilização-tipo XII da 4ª categoria de risco;

- Instalações acessórias – Os edifícios com altura superior a 28 metros, que possuam posição dominante na volumetria urbana ou natural envolvente, devem ser dotados de uma instalação de sinalização óptica para a aviação, como é o caso do armazém robotizado;
- Resistência ao fogo mínima – De acordo com o quadro XXIV do anexo VII do RGSCIE, a resistência ao fogo mínima dos elementos da envolvente de locais de risco C deve ser EI 60 para paredes não resistentes, REI 60 para pavimentos e paredes resistentes e E 30 C para portas. Esta é também a exigência mínima para a sub compartimentação de armazéns;
- Medidas de auto-protecção – As medidas de auto-protecção exigíveis para edifícios da utilização-tipo XII e da 4ª categoria de risco compreendem a elaboração de um Plano de Prevenção e de um Plano de Emergência bem como a formação em segurança contra incêndio;

Estas são algumas das condições exigíveis para o edifício em análise. A exposição de condições regulamentares aplicáveis cingiu-se à referência de dispositivos sem entrar no campo do dimensionamento por não ser este o objectivo desta análise.

6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 – DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Da avaliação de segurança resultante da aplicação do método de Gretener, conclui-se que apenas um dos compartimentos de incêndio analisados não verifica a condição de segurança imposta, sendo este a nave fabril. No estudo realizado no capítulo anterior, a propósito deste incumprimento da condição de segurança, concluiu-se que a instalação de um sistema de extinção automática seria suficiente para garantir a segurança neste compartimento.

Da aplicação dos critérios constantes no RGSCIE ao edifício do Bloco Gráfico, verifica-se a necessidade de aplicação da lista de condições gerais e específicas dos equipamentos e sistemas de segurança apresentada no capítulo anterior. A única condição referida que não se encontra já aplicada ao edifício é o sistema fixo de extinção automática por água ou por outro agente extintor.

O RGSCIE e o método de Gretener diferem na metodologia de avaliação do risco de incêndio, no tipo de abordagem ao edifício e no tipo de resultados decorrentes da sua aplicação, no entanto, é possível estabelecer um paralelismo entre ambos tendo em conta a concordância na referência da necessidade de implementar um sistema de extinção automática.

Clarificando esta concordância de resultados, refira-se que neste caso, a implementação das disposições de segurança previstas no novo RGSCIE resulta na verificação da condição de segurança do método de Gretener.

Neste capítulo apresentam-se os aspectos relevantes resultantes do estudo efectuado e, nomeadamente, da aplicação das duas metodologias de análise de risco referidas.

6.1.1 – CONSIDERAÇÕES RELATIVAS À SEGURANÇA DO BLOCO GRÁFICO

De acordo com as aplicações efectuadas no sentido da avaliação das condições de segurança do edifício do Bloco Gráfico, pode-se concluir que o edifício necessita de possuir, além das medidas de que dispõe, uma instalação automática de extinção de incêndio.

A análise por compartimento de incêndio efectuada de acordo com o método de Gretener demonstrou que esta necessidade é apenas referente à nave fabril, enquanto que os critérios regulamentares sugerem que a instalação desta medida deverá ser afectada a todo o edifício.

Esta diferença entre os métodos resulta da abordagem global por parte dos critérios definidos pelo RGSCIE resultante da consideração de que todo o edifício se encontra afecto à mesma utilização-tipo conforme disposto no artigo 6º do referido documento.

No entanto, o Bloco Gráfico possui duas características que pouco contribuíram para a segurança contra incêndio do edifício resultante da aplicação de ambos os métodos e que se julga constituírem de certa forma medidas que promovem a segurança do mesmo. Nomeadamente refere-se o detalhe do plano de emergência interno e a existência de uma atmosfera controlada no armazém robotizado.

No plano de emergência interno do Bloco Gráfico, são definidas as equipas de intervenção e os responsáveis das mesmas operações como sendo pessoal permanentemente afecto às instalações. A designação mínima de duas pessoas para cada função sugere a presença de pelo menos uma delas em caso de emergência, salvo no caso das equipas de evacuação e de combate a incêndios que são compostas por dez pessoas no conjunto das duas.

A intervenção de cada elemento encontra-se detalhada no capítulo referente à activação do plano de emergência onde é clarificado o papel de cada interveniente e definida a ordem hierárquica de responsabilidade na intervenção, mediante os níveis de emergência. Todos os elementos se encontram cientes dos perigos potenciais havendo mesmo um capítulo unicamente dedicado à exposição dos diversos cenários de acidente.

O detalhe enunciado e a atribuição de responsabilidades na intervenção em caso de emergência a mais de 10% do total dos ocupantes do edifício constituem dois factores relevantes no que diz respeito à segurança dos ocupantes e do próprio edifício.

O conteúdo do armazém robotizado encontra-se preservado por um sistema de climatização que controla a temperatura e o grau de humidade. Este sistema não tem como objectivo a segurança contra incêndio, porém, o seu funcionamento minimiza de certa forma o risco de ignição em situações de temperatura ambiente exterior muito elevada.

Os aspectos referidos não constituem considerações de valor prático do ponto de vista da segurança contra incêndio, porém o seu contributo, ainda que teórico, parece evidente.

Num edifício onde todas as disposições de segurança da regulamentação em vigor na altura da sua construção foram respeitadas, a não existência de meios de extinção automáticos no Bloco Gráfico pode ser justificada pelas seguintes razões:

- Não exigência regulamentar;
- Riscos associados à fiabilidade do sistema de extinção por água, tendo em conta que um accionamento accidental incorreria na destruição dos produtos da unidade fabril;
- Elevado custo das instalações de extinção automática por meios de extinção que não a água.

De acordo com a avaliação do método de Gretener, a necessidade de intervenção é apenas afectada à nave fabril, encontrando-se os restantes compartimentos de incêndio em segurança. Porém, este facto não deve levar ao desprezo pelo não cumprimento de segurança da nave fabril, já que de acordo com a aplicação do RGSCIE a influência deste compartimento no risco de incêndio global é muito significativa.

6.1.2 – COMPARAÇÃO ENTRE CRITÉRIOS RGSCIE E MÉTODO DE GRETENER

No RGSCIE e no método de Gretener, a abordagem relativa à avaliação de risco de incêndio é distinta. O método de Gretener faz uma avaliação da segurança do edifício enquanto que o RGSCIE indica quais as disposições de segurança a adoptar mediante a categoria de risco atribuída ao edifício. A título de exemplo refira-se que o método de Gretener apenas apontou para a necessidade de serem tomadas medidas de protecção acrescidas em relação à nave fabril, não especificando quais, já no

RGSCIE a referencia ao sistema de extinção automático tem um carácter de instalação obrigatória para o cumprimento das disposições regulamentares. No entanto, não deixam ambos de apontar para a necessidade de se intervir.

De acordo com a concordância dos resultados obtidos, pode-se concluir que as metodologias são igualmente válidas, porém, as limitações do método de Gretener em termos de dimensionamento sugerem que a sua aplicação só deve ser realizada para fins de verificação de segurança. De facto, esta é a única interpretação de resultados possível já que o valor obtido para a segurança contra incêndio no método de Gretener (γ) não deve ser interpretado como um valor de avaliação do risco de incêndio mas apenas como um parâmetro de verificação de segurança ($\gamma > 1$) sem imposição de valores máximos. Ao ver este factor como um valor definidor de segurança, poder-se-ia cometer o erro de concluir que, por exemplo, o armazém de matérias-primas do edifício do Bloco Gráfico ($\gamma = 10.05$) é o compartimento mais seguro de todo o edifício, ou pior, que não seria necessário adoptar todas as medidas de protecção que se encontram instaladas.

Todavia, o método de Gretener caracteriza-se por uma grande facilidade de aplicação, o que permite, de modo simples, avaliar até que ponto a instalação de certo dispositivo melhora a segurança contra incêndio, tal como foi realizado para a nave fabril a propósito do não cumprimento da verificação de segurança do método de Gretener.

O método de Gretener considera aspectos referentes à segurança contra incêndios que o RGSCIE não aborda. A única semelhança na aplicação refere-se à avaliação da carga de incêndio que o conteúdo e as actividades representam para o edifício. De resto, a semelhança entre as tabelas usadas por ambos são evidentes, apontando valores muito semelhantes, senão mesmo iguais, na quantificação deste parâmetro.

As considerações relativas à intervenção dos bombeiros, quer quanto ao seu escalão de tempo quer quanto à sua capacidade de intervenção, e as relativas à existência de bombeiros de empresa são características únicas do método de Gretener quando comparado com o novo RGSCIE.

Das disposições indicadas pelo RGSCIE, algumas delas encontram correspondência directa nos coeficientes afectos às medidas de protecção no método de Gretener. Desta forma, foi realizado um estudo no sentido de perceber a influência destes coeficientes na avaliação do risco efectivo de incêndio.

Na afectação dos coeficientes relativos às medidas de protecção, o método de Gretener assume que a implementação dessas mesmas medidas pressupõe o seu correcto dimensionamento, não fazendo qualquer tipo de avaliação nesse aspecto. Estes coeficientes são inversamente proporcionais ao risco efectivo de incêndio, reflectindo sempre uma redução desse risco nos casos em que as medidas se encontram implementadas.

Neste estudo foi avaliada a influência dos coeficientes relativos às medidas de protecção no cálculo do risco efectivo sem prejuízo dos restantes coeficientes.

No quadro 20 apresenta-se o resultado deste estudo apresentando, para as disposições regulamentares exigidas no caso analisado, os coeficientes de avaliação das medidas de protecção do método de Gretener directamente influenciados e a sua consequente redução no risco efectivo de incêndio.

Quadro 20 – Influências da implementação das medidas do novo RGSCIE no método de Gretener

Disposições do RGSCIE	Método de Gretener	
	Coefficientes influenciados	Redução do Risco Efectivo
Meios de Intervenção	<i>n1</i> - extintores	10%
	<i>n2</i> - bocas de incêndio armadas	20%
Medidas de auto-protecção	<i>n5</i> - pessoal instruído	20%
Detecção Alarme e Alerta	<i>s1</i> - detecção	31%
Posto de Segurança	<i>s2</i> - transmissão do alerta	9%
Sistemas fixos de extinção automática	<i>s4</i> - escalões de intervenção	até 40%
	<i>s5</i> - instalação sprinkler	de 26% a 50%
Controlo de fumo	<i>s6</i> - EACF	17%
Resistência ao fogo mínima	<i>f1</i> - estrutura resistente	23%
	<i>f2</i> - fachadas	13%

A redução apontada apenas reflecte a influência de cada coeficiente em termos absolutos, o efeito conjugado dos diferentes coeficientes tem uma influência muito distinta da apresentada. Refira-se a este propósito que, a redução do risco efectivo nunca poderá ser superior a 100%.

Esta análise carece de um campo de aplicação mais alargado para uma maior abrangência de situações, no entanto permite estimar o comportamento isolado de determinada medida.

Além das disposições já referidas, o RGSCIE contempla ainda a situação de serem implementadas medidas compensatórias, relegando a avaliação da legitimidade da sua implementação para a entidade responsável, a Autoridade Nacional de Protecção Civil (ANPC), e tem a vantagem, quando comparado com o método de Gretener, de ser um documento actual. Assim, são referidas algumas medidas passíveis de serem aplicadas, como medidas compensatórias ou não, que não encontram avaliação possível no método de Gretener, como, por exemplo, os sistemas de cortina de água. Não menosprezando o método de Gretener, este carece de alguma actualização, nomeadamente em relação à evolução das medidas de protecção.

6.2 – CONCLUSÃO

A segurança contra incêndios em edifícios é uma matéria delicada e de importância reconhecida, a existência de diversas metodologias elucida a preocupação em relação a esta temática.

Neste projecto procura-se avaliar o risco de incêndio de um edifício industrial recorrendo à aplicação de duas metodologias distintas, permitindo assim abordar o problema da análise de risco de incêndio de uma forma mais abrangente.

As intervenções que visam a segurança contra incêndio são ditadas pela especificidade de cada situação de risco, sendo portanto necessário identificar as principais causas desses riscos, para melhor adequar as medidas a serem adoptadas em cada caso em concreto.

As metodologias adoptadas neste projecto foram o método de Gretener e o novo RGSCIE que ainda não se encontra em vigor. A escolha do método de Gretener deve-se ao facto de este ser um método recorrentemente utilizado com indiscutível utilidade na análise da segurança contra incêndio.

O novo RGSCIE surge no panorama legislativo português como um documento vital para responder às questões relativas à segurança contra incêndios. A sua estruturação lógica, rigorosa e acessível procura vir combater o actual quadro legislativo disperso, reunindo no seu corpo as disposições regulamentares de segurança contra incêndios aplicáveis a todos os edifícios. Esta característica associada à sua indiscutível actualidade procuram dotar este documento das ferramentas necessárias para responder às questões da segurança contra incêndio em edifícios.

A aplicação do método de Gretener permitiu validar as disposições de segurança referidas pelo novo RGSCIE, enaltecendo assim o rigor deste.

Do confronto entre as duas metodologias evidencia-se a utilidade que o novo RGSCIE tem na realização de um projecto integrado de segurança contra incêndios resultante da prescrição de disposições de segurança. Por outro lado, a verificação de segurança é mais evidente no método de Gretener, já que a única verificação possível através do RGSCIE é a comparação entre as disposições prescritas e as implementadas.

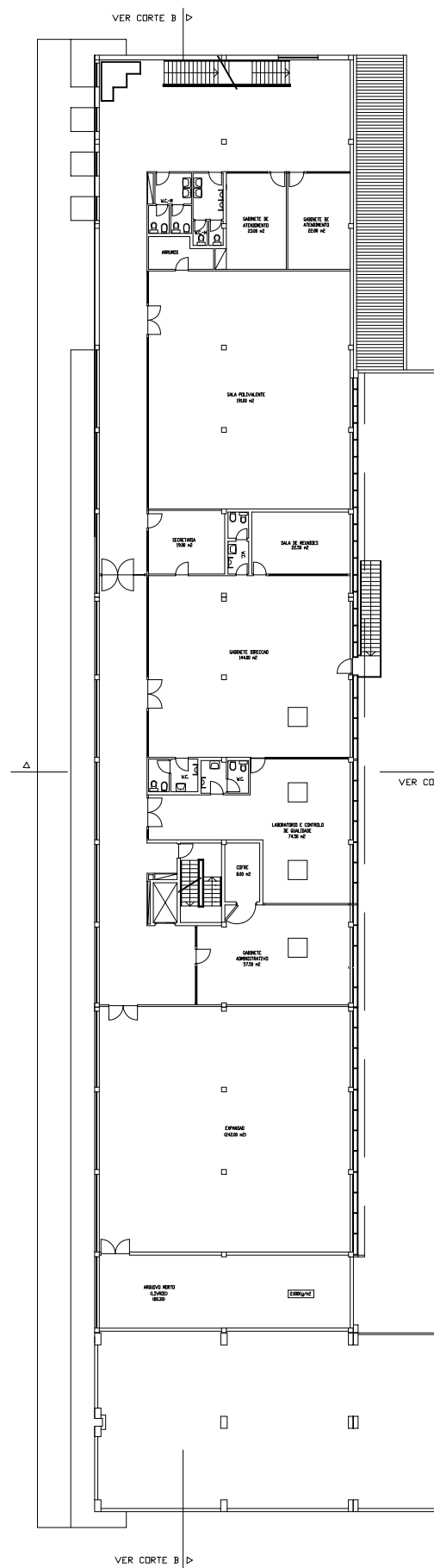
Demonstrou-se que o novo RGSCIE é um documento completo e um recurso fiável na elaboração de estudos e projectos referentes à segurança contra incêndios. A sua entrada em vigor num futuro próximo irá certamente constituir uma melhoria no desempenho de edifícios novos relativamente a estas questões.

BIBLIOGRAFIA

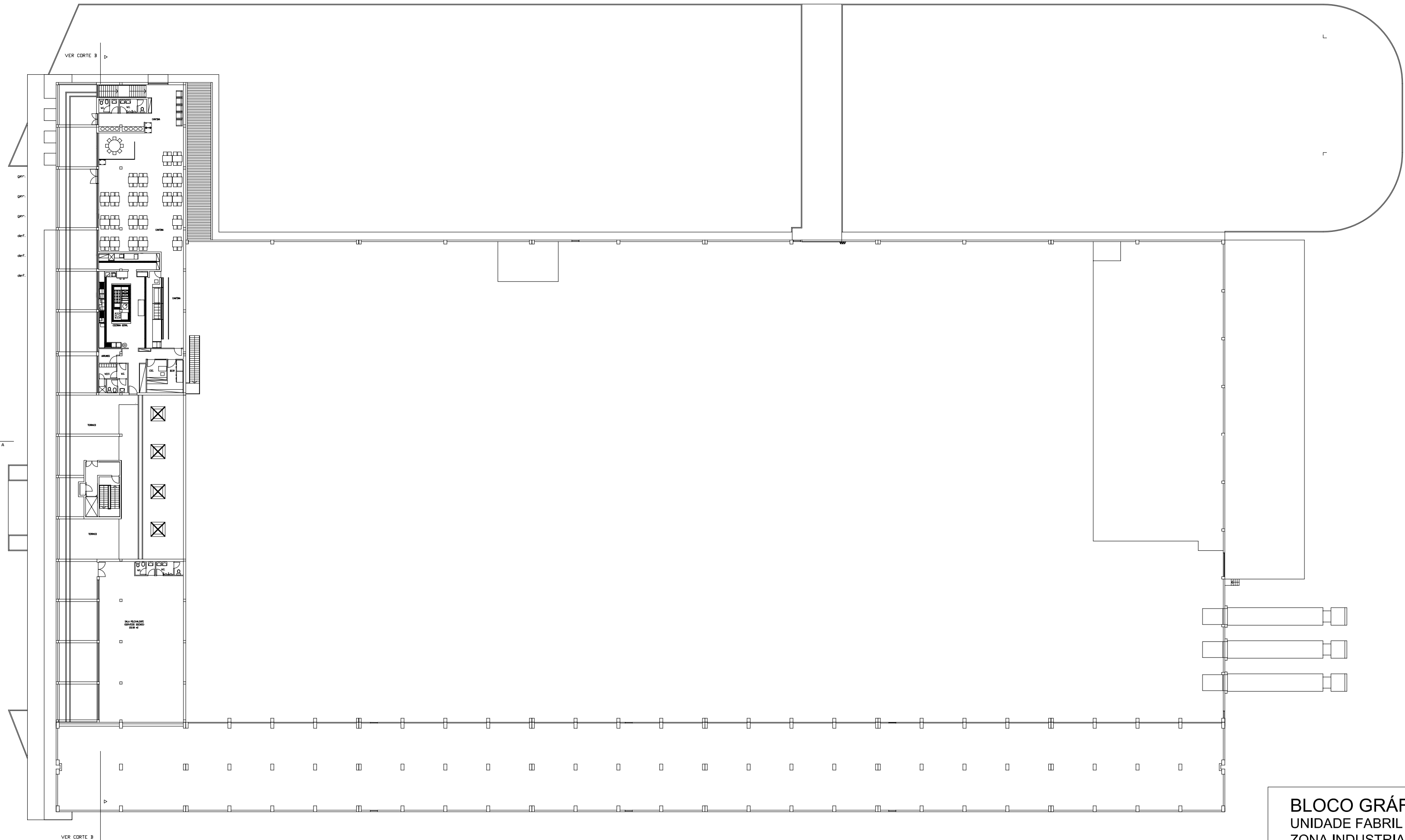
- [1] C. Valente, Joaquim, Cabrita Neves, Ildefonso. (2004). *Avaliação do Risco de Incêndio Método de Cálculo*. Instituto Superior Técnico, Lisboa
- [2] Bouza Serrano, Manuel. (2000). *Análise do Risco de Incêndio*. Certitecna – Engenheiros Consultores SA.
- [3] Leça Coelho, António. (2003). *Curso de segurança contra risco de incêndio em edifícios. Fundamentos da segurança contra riscos de incêndio em edifícios*. LNEC, Lisboa.
- [4] Lopes Porto, João. (2006/2007). *Apostamentos Disciplina Segurança Contra Incêndio em Edifícios*. Mestrado Integrado em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- [5] Portugal. Novo Regulamento Geral de Segurança Contra Edifícios. Aprovado na generalidade em Reunião de Conselho de Ministros de 25 de Janeiro de 2007.
- [6] Sequeira Fernandes, Ana Margarida. (2006). *Segurança ao Incêndio em Centros Urbanos Antigos*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.
- [7] Sequeira Lopes, Abílio José (2004). *Segurança incêndio. Avaliação do Risco de Incêndio em Edifícios*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico.
- [8] *Plano de Emergência Interno*. Bloco Gráfico Lda., (2007).
- [9] E 365-1990 *Segurança contra incêndio. Reacção ao fogo dos materiais de construção. Critérios de Classificação*. LNEC, Lisboa, (1990)
- [10] E 364-1990 *Segurança contra incêndio. Resistência ao Fogo de Elementos da Construção. Métodos de Ensaio e Critérios de Classificação*. LNEC, Lisboa, (1990)
- [11] *Euroclasses de Reacção ao Fogo*. <http://www.serc-europe.com/serc/portugues/ppci/SERC%20DOC.009.R0-Euroclasses%20de%20Reacao%20ao%20Fogo.pdf>
- [12] *Euroclasses de Resistência ao Fogo*. <http://www.serc-europe.com/serc/portugues/ppci/SERC%20DOC.010.R0-Euroclasses%20de%20Resistencia%20ao%20Fogo.pdf>
- [13] <http://www.proteccaocivil.pt>
- [14] <http://www.bombeiros-potugal.net>
- [15] <http://ew6sig.esoterica.pt/avaliacao.html>
- [16] <http://www.univ-ab.pt/formacao/sehit/curso/incendios/uni1/propagacao.html>
- [17] <http://www.univ-ab.pt/formacao/sehit/curso/incendios/uni2/medidas.html>
- [18] <http://www.univ-ab.pt/formacao/sehit/curso/incendios/uni3/detecao.html>
- [19] <http://www.univ-ab.pt/formacao/sehit/curso/incendios/uni3/evacuacao.html>
- [20] <http://www.univ-ab.pt/formacao/sehit/curso/incendios/uni4/substancias.html>
- [21] <http://www.univ-ab.pt/formacao/sehit/curso/incendios/uni4/sistemas.html>

ANEXO A1
PLANTAS DO EDIFÍCIO DO BLOCO GRÁFICO





Planta do piso 1

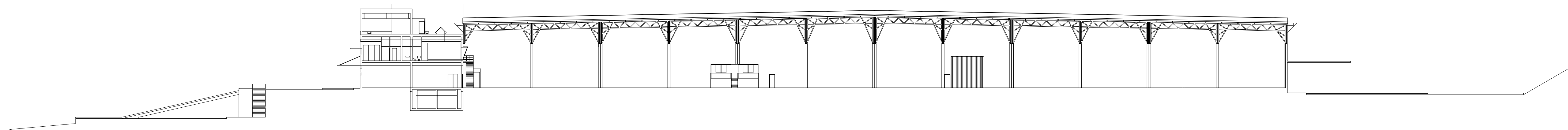


Planta do piso 2

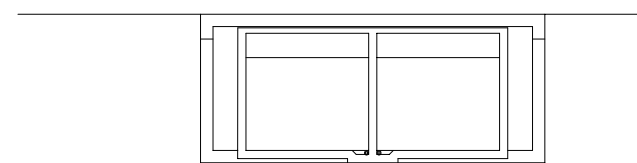
BLOCO GRÁFICO, LDA.
UNIDADE FABRIL
ZONA INDUSTRIAL - MAIA

PLANTAS DOS PISOS 1 E 2

sem escala



Corte A-A'



Corte B-B'

ANEXO A2
FOLHAS DE CÁLCULO DO MÉTODO DE GREENER

EDIFÍCIO										
Localização			Rua							
			Localidade							
Descrição				Variante=		1		2		
Tipo de Construção			Nave Fabril		A=l=		130			
Compartimento de Incêndio					B=b=		60			
						A.B=		7800		
			l/b=		2.17					
TIPO DE CONCEITO				tipo = V		A		B		
Perigos Potenciais	Conteúdo	q	Carga incêndio mobiliária	Qm = 1000	1.50	1.50	1.50			
		c	Combustibilidade		1.20	1.20	1.20			
		r	Perigo de fumos		1.00	1.00	1.00			
		k	Perigo de corrosão		1.00	1.00	1.00			
	Edifício	i	Carga incêndio imobiliária		1.00	1.00	1.00			
		e	Nível do andar		1.25	1.25	1.25			
		g	Amplidão da superfície		2.20	2.20	2.20			
	P		PERIGO POTENCIAL	P=qcrk.ieg	4.95	4.95	4.95			
Medidas contra o desenvolvimento do incêndio	Normais	n1	Extintores portáteis		1.00	1.00	1.00			
		n2	Bocas de incêndio armadas		1.00	1.00	1.00			
		n3	Abastecimento de água		1.00	1.00	1.00			
		n4	Conduta de transporte		1.00	1.00	1.00			
		n5	Pessoal instruído		1.00	1.00	1.00			
		N	MEDIDAS NORMAIS	N=n1.n2.n3.n4.n5	1.00	1.00	1.00			
	Especiais	s1	Detecção de fogo		1.00	1.45	1.45			
		s2	Transmissão do alerta		1.10	1.10	1.10			
		s3	Bombeiros		1.40	1.40	1.40			
		s4	Escalão de intervenção		0.90	0.90	1.00			
		s5	Instalação de extinção		1.00	1.35	2.00			
		s6	Evacuação de fumo e calor		1.20	1.20	1.20			
		S	MEDIDAS ESPECIAIS	S=s1.s2.s3.s4.s5.s6	1.66	3.26	5.36			
	Construção	f1	Estrutura resistente	RF=	1.30	1.30	1.30			
		f2	Fachadas	RF=	1.15	1.15	1.15			
		f3	Tecto - separação dos andares/ comunicações verticais	RF=	1.00	1.00	1.00			
		f4	Grandeza da célula/ área das janelas AF/AZ	AZ=	1.00	1.00	1.00			
		AF/AZ=								
	F		MEDIDAS DE CONSTRUÇÃO	F=f1.f2.f3.f4	1.50	1.50	1.50			
B		Factor exposição perigo	B=P/(N.S.F)	1.99	1.02	0.62				
A		Perigo de activação		1.00	1.00	1.00				
R		RISCO DE INCÊNDIO EFECTIVO	R=B.A	1.99	1.02	0.62				
PHE	Exposição ao perigo das pessoas		H=	1.00	1.00	1.00				
	RH		p=							
		Risco limite admissível	1,3.pH,E=	1.30	1.30	1.30				
SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO					0.65	1.28	2.10			

EDIFÍCIO								
Localização		Rua						
		Localidade						
Descrição				Variante=		1	2	
Tipo de Construção		Armazém Robotizado		A=I=		146		
				B=b=		11		
Compartimento de Incêndio				A.B=		1606		
				I/b=		13.27		
TIPO DE CONCEITO				tipo = V				
Perigos Potenciais	Conteúdo	q	Carga incêndio mobiliária	Qm = 2415	1.70			
		c	Combustibilidade		1.00			
		r	Perigo de fumos		1.00			
		k	Perigo de corrosão		1.00			
	Edifício	i	Carga incêndio imobilária		1.00			
		e	Nível do andar		1.50			
		g	Amplidão da superfície		0.60			
	P		PERIGO POTENCIAL	P=qcrk.ieg	1.53			
Medidas contra o desenvolvimento do incêndio	Normais	n1	Extintores portáteis		1.00			
		n2	Bocas de incêndio armadas		1.00			
		n3	Abastecimento de água		1.00			
		n4	Conduta de transporte		1.00			
		n5	Pessoal instruído		1.00			
		N	MEDIDAS NORMAIS	N=n1.n2.n3.n4.n5	1.00			
	Especiais	s1	Detecção de fogo		1.45			
		s2	Transmissão do alerta		1.10			
		s3	Bombeiros		1.40			
		s4	Escalão de intervenção		0.90			
		s5	Instalação de extinção		1.00			
		s6	Evacuação de fumo e calor		1.20			
		S	MEDIDAS ESPECIAIS	S=s1.s2.s3.s4.s5.s6	2.41			
	Construção	f1	Estrutura resistente	RF=	1.30			
		f2	Fachadas		1.15			
		f3	Tecto - separação dos andares/ comunicações verticais		1.00			
		f4	Grandeza da célula/ área das janelas AF/AZ		1.00			
		F	MEDIDAS DE CONSTRUÇÃO	F=f1.f2.f3.f4	1.50			
B		Factor exposição perigo	B=P/(N.S.F)		0.42			
A		Perigo de activação			0.85			
R		RISCO DE INCÊNDIO EFECTIVO	R=B.A	0.36				
PHE		Exposição ao perigo das pessoas	H=	1.00				
RH		Risco limite admissível	p=	1.30				
SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO					3.60			

EDIFÍCIO									
Localização			Rua						
			Localidade						
Descrição					Variante=		1	2	
Tipo de Construção					A=l=		43		
					B=b=		15.5		
Compartimento de Incêndio			Arquivo de fotolitos, Montagem e Transporte e Arquivo de Chapas		A.B=		666.5		
					l/b=		2.77		
			TIPO DE CONCEITO		tipo = V				
Perigos Potenciais	Conteúdo	q	Carga incêndio mobiliária	Qm = 2900	1.80				
		c	Combustibilidade		1.00				
		r	Perigo de fumos		1.00				
		k	Perigo de corrosão		1.00				
	Edifício	i	Carga incêndio imobilária	1.00					
		e	Nível do andar	1.00					
		g	Amplidão da superfície	0.50					
	P		PERIGO POTENCIAL		P=qcrk.ieg	0.90			
Medidas contra o desenvolvimento do incêndio	Normais	n1	Extintores portáteis		1.00				
		n2	Bocas de incêndio armadas		1.00				
		n3	Abastecimento de água		1.00				
		n4	Conduta de transporte		1.00				
		n5	Pessoal instruído		1.00				
		N		MEDIDAS NORMAIS		N=n1.n2.n3.n4.n5	1.00		
	Especiais	s1	Detecção de fogo		1.45				
		s2	Transmissão do alerta		1.10				
		s3	Bombeiros		1.40				
		s4	Escalão de intervenção		0.90				
		s5	Instalação de extinção		1.00				
		s6	Evacuação de fumo e calor	1.20					
	S		MEDIDAS ESPECIAIS		S=s1.s2.s3.s4.s5.s6	2.41			
	Construção	f1	Estrutura resistente	RF=	1.30				
		f2	Fachadas	RF=	1.15				
		f3	Tecto - separação dos andares/ comunicações verticais	RF=	1.00				
		f4	Grandeza da célula/ área das janelas AF/AZ	AZ=	1.00				
				AF/AZ=					
	F		MEDIDAS DE CONSTRUÇÃO		F=f1.f2.f3.f4	1.50			
B		Factor exposição perigo		B=P/(N.S.F)		0.25			
A		Perigo de activação				1.00			
R		RISCO DE INCÊNDIO EFECTIVO		R=B.A		0.25			
PHE		Exposição ao perigo das pessoas		H=		1.00			
RH		Risco limite admissível		p=					
				1,3.pH,E=		1.30			
SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO							5.21		

EDIFÍCIO							
Localização		Rua					
		Localidade					
Descrição			Variante=		1	2	
Tipo de Construção			A=l=		18		
			B=b=		16		
Compartimento de Incêndio			A.B=		288		
			l/b=		1.13		
TIPO DE CONCEITO			tipo = V				
Perigos Potenciais	Conteúdo	q	Carga incêndio mobiliária	Qm = 2100	1.70		
		c	Combustibilidade		1.20		
		r	Perigo de fumos		1.00		
		k	Perigo de corrosão		1.00		
	Edifício	i	Carga incêndio imobiliária	1.00			
		e	Nível do andar	1.50			
		g	Amplidão da superfície	0.40			
P		PERIGO POTENCIAL	P=qcrk.ieg	1.22			
Medidas contra o desenvolvimento do incêndio	Normais	n1	Extintores portáteis		1.00		
		n2	Bocas de incêndio armadas		1.00		
		n3	Abastecimento de água		1.00		
		n4	Conduta de transporte		1.00		
		n5	Pessoal instruído		1.00		
		N	MEDIDAS NORMAIS		N=n1.n2.n3.n4.n5		
	Especiais	s1	Deteção de fogo		1.45		
		s2	Transmissão do alerta		1.10		
		s3	Bombeiros		1.40		
		s4	Escalão de intervenção		0.90		
		s5	Instalação de extinção		1.00		
		s6	Evacuação de fumo e calor		1.20		
	S	MEDIDAS ESPECIAIS	S=s1.s2.s3.s4.s5.s6	2.41			
	Construção	f1	Estrutura resistente	RF=	1.30		
		f2	Fachadas	RF=	1.15		
		f3	Tecto - separação dos andares/ comunicações verticais	RF=	1.00		
		f4	Grandeza da célula/ área das janelas AF/AZ	AZ=	1.00		
F		MEDIDAS DE CONSTRUÇÃO	F=f1.f2.f3.f4	1.50			
B		Factor exposição perigo	B=P/(N.S.F)		0.34		
A		Perigo de activação			0.85		
R		RISCO DE INCÊNDIO EFECTIVO	R=B.A		0.29		
PHE RH	Exposição ao perigo das pessoas		H=		1.00		
	Risco limite admissível		p=		1.30		
				1,3.pH,E=			
SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO					4.51		

EDIFÍCIO									
Localização			Rua						
			Localidade						
Descrição					Variante=		1	2	
Tipo de Construção					A=l=		16		
					B=b=		6.5		
Compartimento de Incêndio			Manutenção / Armazém de Peças		A.B=		104		
					l/b=		2.46		
			TIPO DE CONCEITO		tipo = V				
Perigos Potenciais	Conteúdo	q	Carga incêndio mobiliária	Qm = 2060	1.70				
		c	Combustibilidade		1.20				
		r	Perigo de fumos		1.20				
		k	Perigo de corrosão		1.00				
	Edifício	i	Carga incêndio imobilária		1.00				
		e	Nível do andar		1.50				
		g	Amplidão da superfície		0.40				
	P		PERIGO POTENCIAL		P=qcrk.ieg		1.47		
Medidas contra o desenvolvimento do incêndio	Normais	n1	Extintores portáteis		1.00				
		n2	Bocas de incêndio armadas		1.00				
		n3	Abastecimento de água		1.00				
		n4	Conduta de transporte		1.00				
		n5	Pessoal instruído		1.00				
		N	MEDIDAS NORMAIS		N=n1.n2.n3.n4.n5				
	Especiais	s1	Detecção de fogo		1.45				
		s2	Transmissão do alerta		1.10				
		s3	Bombeiros		1.40				
		s4	Escalão de intervenção		0.90				
		s5	Instalação de extinção		1.00				
		s6	Evacuação de fumo e calor		1.20				
	S		MEDIDAS ESPECIAIS		S=s1.s2.s3.s4.s5.s6		2.41		
	Construção	f1	Estrutura resistente	RF= RF= RF= AF= AZ= AF/AZ=	1.30				
		f2	Fachadas		1.15				
		f3	Tecto - separação dos andares/ comunicações verticais		1.00				
		f4	Grandeza da célula/ área das janelas AF/AZ		1.00				
		F	MEDIDAS DE CONSTRUÇÃO		F=f1.f2.f3.f4				
B		Factor exposição perigo		B=P/(N.S.F)		0.41			
A		Perigo de activação				0.85			
R		RISCO DE INCÊNDIO EFECTIVO		R=B.A		0.35			
PHE		Exposição ao perigo das pessoas		H= p=		1.00			
RH		Risco limite admissível		1,3.pH,E=		1.30			
SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO							3.75		

EDIFÍCIO							
Localização		Rua					
		Localidade					
Descrição			Variante=		1	2	
Tipo de Construção				A=l=	16		
				B=b=	12		
Compartimento de Incêndio		Recolha de Aparas		A.B=	192		
				l/b=	1.33		
TIPO DE CONCEITO			tipo = V				
Perigos Potenciais	Conteúdo	q	Carga incêndio mobiliária	Qm = 2100	1.70		
		c	Combustibilidade		1.20		
		r	Perigo de fumos		1.00		
		k	Perigo de corrosão		1.00		
	Edifício	i	Carga incêndio imobilária		1.00		
		e	Nível do andar		1.50		
		g	Amplidão da superfície		0.40		
	P		PERIGO POTENCIAL	P=qcrk.ieg	1.22		
	Medidas contra o desenvolvimento do incêndio	Normais	n1	Extintores portáteis		1.00	
n2			Bocas de incêndio armadas		1.00		
n3			Abastecimento de água		1.00		
n4			Conduta de transporte		1.00		
n5			Pessoal instruído		1.00		
N			MEDIDAS NORMAIS	N=n1.n2.n3.n4.n5	1.00		
Especiais		s1	Detecção de fogo		1.45		
		s2	Transmissão do alerta		1.10		
		s3	Bombeiros		1.40		
		s4	Escalão de intervenção		0.90		
		s5	Instalação de extinção		1.00		
		s6	Evacuação de fumo e calor		1.20		
S		MEDIDAS ESPECIAIS	S=s1.s2.s3.s4.s5.s6	2.41			
Construção		f1	Estrutura resistente	RF=	1.30		
		f2	Fachadas	RF=	1.15		
	f3	Tecto - separação dos andares/ comunicações verticais	RF=	1.00			
	f4	Grandeza da célula/ área das janelas AF/AZ	AZ=	1.00			
	F	MEDIDAS DE CONSTRUÇÃO	F=f1.f2.f3.f4	1.50			
B		Factor exposição perigo	B=P/(N.S.F)		0.34		
A		Perigo de activação			0.85		
R		RISCO DE INCÊNDIO EFECTIVO	R=B.A		0.29		
PHE	Exposição ao perigo das pessoas		H=		1.00		
	Risco limite admissível		p=				
RH			1,3.pH,E=		1.30		
SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO					4.51		

EDIFÍCIO								
Localização		Rua						
		Localidade						
Descrição			Variante=		1	2		
Tipo de Construção			A=l=		15.5			
			B=b=		12			
Compartimento de Incêndio			A.B=		186			
			l/b=		1.29			
			TIPO DE CONCEITO		tipo = V			
Perigos Potenciais	Conteúdo	q	Carga incêndio mobiliária	Qm = 3400	1.80			
		c	Combustibilidade		1.20			
		r	Perigo de fumos		1.20			
		k	Perigo de corrosão		1.00			
	Edifício	i	Carga incêndio imobilária		1.00			
		e	Nível do andar		1.00			
		g	Amplidão da superfície		0.40			
	P		PERIGO POTENCIAL	P=qcrk.ieg	1.04			
	Medidas contra o desenvolvimento do incêndio	Normais	n1	Extintores portáteis		1.00		
			n2	Bocas de incêndio armadas		1.00		
n3			Abastecimento de água	1.00				
n4			Conduta de transporte	1.00				
n5			Pessoal instruído	1.00				
N			MEDIDAS NORMAIS	N=n1.n2.n3.n4.n5		1.00		
Especiais		s1	Detecção de fogo		1.45			
		s2	Transmissão do alerta		1.10			
		s3	Bombeiros		1.40			
		s4	Escalão de intervenção		1.00			
		s5	Instalação de extinção		2.00			
		s6	Evacuação de fumo e calor		1.20			
S		MEDIDAS ESPECIAIS	S=s1.s2.s3.s4.s5.s6	5.36				
Construção		f1	Estrutura resistente	RF=	1.30			
		f2	Fachadas		1.15			
		f3	Tecto - separação dos andares/ comunicações verticais		1.00			
		f4	Grandeza da célula/ área das janelas AF/AZ		AZ=			1.00
					AF/AZ=			
	F		MEDIDAS DE CONSTRUÇÃO		F=f1.f2.f3.f4			1.50
B		Factor exposição perigo	B=P/(N.S.F)	0.13				
A		Perigo de activação		1.00				
R		RISCO DE INCÊNDIO EFECTIVO	R=B.A	0.13				
PHE		Exposição ao perigo das pessoas	H=	1.00				
RH		Risco limite admissível	p=	1.30				
SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO				10.05				